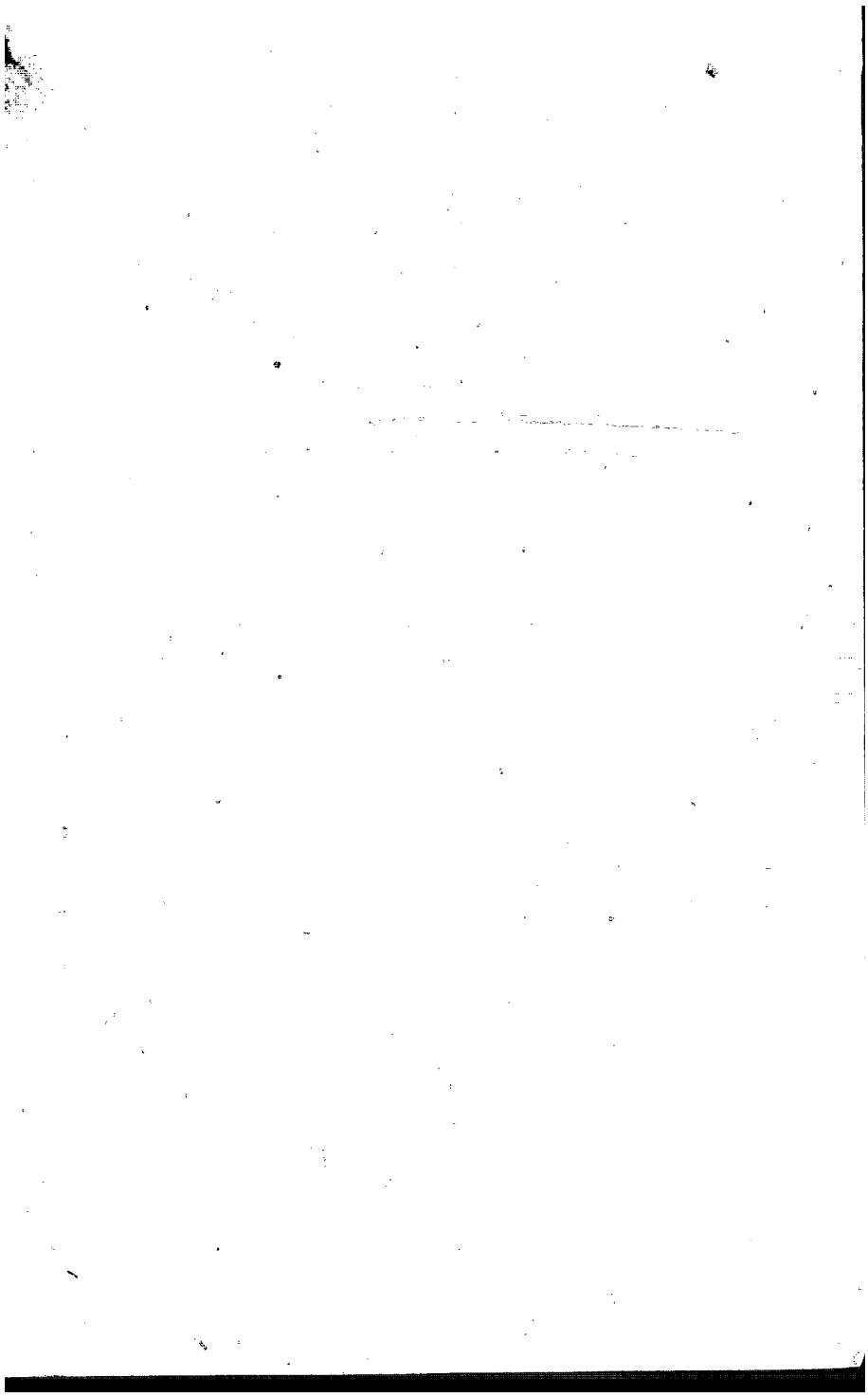
SYSTÊME

DES

CONNAISSANCES CHIMIQUES.



SYSTÈME

DES

CONNAISSANCES CHIMIQUES,

ET DE LEURS APPLICATIONS

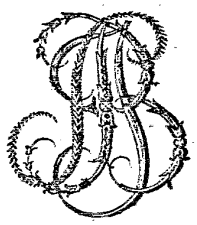
AUX PHÉNOMÈNES

DE LA NATURE ET DE L'ART;

PAR A. F. FOURCROY,

De l'Institut national de France; Conseiller d'État; Professeur de chimie au Muséum d'histoire naturelle, à l'École polytechnique et à l'École de médecine; des Sociétés philomathique et philotechnique, d'Agriculture, d'Histoire naturelle; de la Société médicale d'émulation, de celle des Amis des arts, de celle des Pharmaciens de Paris; du Lycée républicain, du Lycée des arts; membre de plusieurs Académies et Sociétés savantes étrangères.

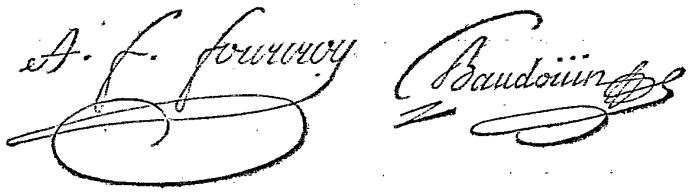
TOME I.



PARIS,

BAUDOUIN, Imprimeur de l'Institut national des Sciences et des Arts, rue de Grenelle-Saint-Germain, nº. 1131.

BRUMAIRE AN IX.



DISCOURS PRÉLIMINAIRE.

Il existe dans les travaux de l'esprit humain une marche progressive dont la philosophie parvient à marquer les diverses époques, et qui lui sert à comparer ou à classer les siècles sous le rapport des progrès qu'ils ont fait faire à la raison. Les historiens des sciences dirigent ordinairement leurs efforts vers la recherche de ces époques, et les fastes des divers genres de connaissances en offrent tous de plus ou moins remarquables.

La chimie seule semble faire une exception; elle se distingue peut-être plus encore de toutes les autres sciences par son origine et par les époques de ses progrès, que par son objet, ses procédés et ses résultats. Elle est peut-être la seule qui soit toute entière de création moderne, dont on ne trouve absolument aucune trace dans les temps reculés, et qui n'offre point dans ses fastes cette progression lente, cet accroissement successif que l'observateur reconnaît dans toutes les autres branches des connaissances humaines. C'est en vain que, confondant quelques rudimens des arts chimiques avec la chimie elle-même, ou voyant par-tout la chimérique fabrication artificielle de l'or comme le seul et le plus important de ses travaux, les premiers historiens de cette science en ont placé le berceau dans les temps fabuleux, au-delà même des siècles héroïques, et jusqu'aux époques peu éloignées de celles où l'imagination délirante des premiers poètes, et les pieuses fictions des auteurs de quelques chroniques religieuses ont osé

suspendre la marche éternelle de la nature, en y fixant la création du monde.

Tout ce qu'on a dit de l'antique origine de la chimie, sur les premiers hommes qui ont travaillé les métaux, taillé et poli les pierres dures, fondu les sables, dissous et cristallisé les sels, ne montre à un esprit exact et sévère qu'une vaine et ridicule prétention, semblable à celle par laquelle on voudrait reconnaître les élémens de la géométrie dans l'ouvrage grossier du sauvage qui use les fragmens des rochers, et qui leur donne des formes à peu près régulières pour les rendre utiles à ses premiers besoins. Si quelques débris de monumens majestueux par leurs étonnantes dimensions, encore debout malgré les outrages du temps et les insultes des hordes guerrières de tous les siècles, attestent à l'observateur que les anciens peuples de l'Egypte, de la Syrie, de la Palestine, comme ceux de quelques parties de l'Inde, possédaient des arts que nous nommons aujourd'hui des arts chimiques; si les restes de leurs temples, de leurs pyramides, de leurs canaux, de leurs sculptures, suffisent pour prouver que ces peuples fondaient, soudaient et alliaient les métaux, qu'ils fabriquaient des verres, des émaux, des ciemens, des couleurs durables et variées : rien n'annonce, malgré la grandeur et le nombre des travaux que ces restes supposent, qu'ils aient exigé l'existence de la chimie chez ces nations déja si industrieuses et si éclairées. Il en est des opinions qui placent l'origine de cette science aux premiers âges du monde, et par conséquent chez les anciens peuples instruits dont l'histoire compose ses premières pages, comme de toutes les idées exagérées et véritablement superstí-

tieuses qui se sont succédées sur les prétendues sciences occultes, la divination, les oracles, les ombres, les larves, l'astronomie, l'influence des nombres, la magie, et toutes les autres folies, qui sont, aux yeux du philosophe, une des productions de l'esprit humain, presque comme le poison du stramonium, du champignon et de la vipère est une production de la nature, ainsi que le sont la rose, le blé, et les animaux bienfaisans.

L'amour du merveilleux, le desir trop souvent réduit en système de ne rien trouver de nouveau, et de placer son siècle au-dessous de tous les autres; le préjugé si commun, quoique si déraisonnable, de mesurer la grandeur et l'importance d'une occupation sur son antiquité et sa longue existence non interrompue, ont aussi contribué à faire remonter l'aurore de la science chimique vers les temps où la tradition, les monumens, l'histoire se taisent également.

Quelques écrivains enthousiastes, des quinzième et seizième siècles, eurent à peine énoncé cette opinion sur l'ancienne existence de la chimie, qu'on la vit répétée dans tous les ouvrages, redite en quelque manière par tous les échos littéraires, devenue presqu'un axiome. Il n'existe peut-être pas un seul ouvrage sur la chimie, dont les premières lignes ne soient marquées par cette assertion.

Si l'on examine cependant avec courage et sans préjugé toutes les preuves qu'on a réunies pour établir l'existence de la chimie chez les Egyptiens, après avoir reporté son origine aux premiers âges du monde et aux premiers travaux où les hommes ont employé le feu comme agent, on reconnaît bientôt que, tirées uni-

quement des produits employés dans leurs constructions diverses, elles peuvent toutes annoncer des arts ou des procédés de fabrique plus ou moins avancés, mais rien qui tienne à des notions générales tirées de ces arts comparés, rien qui dépende d'une doctrine suivie, rien enfin qui puisse donner une idée d'une véritable science : et cependant les monumens, les cérémonies, les solennités, le culte, les usages politiques et civils, tout indique déja dans ce peuple des connaissances d'astronomie, de géométrie, de physique générale, d'histoire naturelle et de médecine. Les révolutions des astres étaient peintes et décrites sur les parois et les plafonds de ses temples ; la mécanique lui fournissait les moyens de transporter d'immenses fardeaux à des distances et à des hauteurs considérables ; la géométrie le guidait dans la construction des aqueducs, des canaux d'irrigation ; le nilomètre, fondé sur des connaissances précises des machines et des niveaux, s'élevait du sein des eaux pour annoncer ce qu'on devait attendre des productions du sol que le fleuve fertilisait ; la culture des champs était variée, régulière, et indiquait l'antique occupation de cette terre : la médecine, pratiquée par les prêtres ; l'astronomie, la géométrie et la mécanique avaient fait des progrès qui supposaient déja des observations accumulées et la création de quelques principes scientifiques. Quoiqu'on ne trouve pas de traces sensibles de divisions et de classifications méthodiques parmi les productions de la nature, le soin que les Egyptiens avaient de quelques plantes et de quelques animaux, l'emploi mystique ou emblématique qu'ils en faisaient pour leur religion, montrent au moins qu'ils y portaient une

attention particulière, qu'ils en étudiaient les mœurs et les propriétés; mais rien de semblable n'existe pour la chimie : il n'y a nul rapport réel entre les arts et les fabrications que nous nommons aujourd'hui chimiques, et la science elle-même. Nul homme ne s'était encore occupé de conclure de la comparaison de ces arts des notions générales, d'établir entre leurs produits et leurs résultats les rapports qui n'ont formé une ébauche de théorie scientifique, qu'une longue suite de siècles après la destruction presque complète de ce peuple ancien. Ainsi il n'existe de chimie égyptienne que dans l'imagination des historiens, et c'est une erreur réelle que d'aller y chercher son origine.

Parmi les émigrations de ce peuple puissant, dans les colonies qui fondèrent la nation ingénieuse et polie, placée sur la route du temps pour servir de modèle à tous les âges comme à tous les pays dans les arts de l'imagination et du goût, chez ces Grecs qui, devant leurs premières connaissances comme leur origine à l'Egypte, les ont agrandies, et leur ont donné les formes aimables qui devaient les embellir à jamais, l'on chercherait en vain des vestiges de l'existence de la chimie. Les philosophes grecs possédaient toutes les sciences, qu'ils avaient même classées méthodiquement et réduites en système; ils les enseignaient dans des écoles publiques, où les jeunes gens de la plus grande espérance, où les hommes de tous les pays qui voulaient cultiver leur raison, venaient puiser une instruction solide. Le sage Socrate, Platon que ses vastes connaissances ont fait nommer divin, Aristote que son génie, aidé par les grands moyens de Philippe et

d'Alexandre, ont paru toujours désigner comme le chef des écrivains dans les sciences naturelles; tous les autres philosophes qui, par la généralité de leurs études, la grandeur de leurs méditations, la profondeur de leurs vues, ont embrassé tous les genres de sciences, morale, politique, législation, logique, physique, histoire de la nature et des hommes; ces premiers encyclopédistes qui, privés de la ressource désormais impérissable de l'imprimerie, y suppléaient, autant qu'il était en eux, par des leçons publiques, n'ont laissé aucune lumière sur les altérations et les changemens réciproques des corps les uns par les autres, sur les phénomènes chimiques. La force de leur tête n'a pu suffire pour deviner l'action intime des molécules diverses les unes sur les autres; l'art d'interroger la nature par l'expérience ne devait être accordé à la philosophie que long-temps après: et quelques lueurs incertaines, seuls produits de l'imagination, formaient pour ces siècles fameux la seule partie qu'on puisse rapprocher de ce que nous nommons la chimie. Les idées d'Epicure, de Thalès, d'Anaximène et d'Anaximandre, comme celles de Platon et d'Aristote, sur les principes des corps, les élémens, le feu, l'air et l'eau, ne peuvent être comptées que parmi les romans ingénieux aussi étrangers à la science chimique, que les fictions sur les personnages fabuleux sont étrangères à l'histoire. Qu'on représente, au gré d'une imagination ardente, Démocrite s'enfermant dans un jardin près d'Abdère pour extraire les sucs des plantes; qu'on ajoute que, pour méditer avec plus de force, et pour éviter toute distraction, il s'est privé volontairement de la vue; qu'on rende même moins

déraisonnable ce trait apocryphe de l'histoire grecque, en attribuant la perte de ses yeux à de longues observations sur la lumière et des objets trop éclairés, au lieu de la faire produire par les reflets des rayons brûlans du soleil, renvoyés par une surface d'airain poli: quelque couleur qu'on donne à ce fait prétendu, la froide raison n'y trouvera aucune preuve, aucune vraisemblance même que ce philosophe ait cultivé la chimie, et rien ne pourra montrer cette science existante dans la Grèce, tandis que tout y atteste le haut degré où la géométrie, l'astronomie, la médecine, la politique, l'histoire naturelle, la musique y étaient parvenues. Jamais le lycée, l'académie ni le portique n'ont compté aucune notion, aucun fait chimique parmi les les sciences qui y étaient enseignées.

Quoique la plupart de ces sciences aient passé des Grecs aux Romains, qui les prirent pour leurs maîtres en tout genre, et quoique quelques-unes d'entre elles, sur-tout l'astronomie, l'histoire naturelle et la médecine y aient fait des progrès remarquables; malgré la préférence que ce peuple-roi et conquérant accordait à l'éloquence et à la poésie, il est encore impossible de trouver dans l'Italie ancienne la culture, par conséquent l'origine de la chimie. Il y a lieu de croire même que quelques arts chimiques qui existaient alors étaient exercés à Rome par des artistes grecs, qui y étaient appelés comme l'étaient les sculpteurs, les peintres, les architectes, les musiciens, et jusqu'aux maîtres d'éloquence, de poésie et de philosophie. La prétendue découverte du verre malléable, présentée à Néron ou à Tibère, ne prouverait tout au plus qu'un

art très-avancé, et non l'existence d'une véritable chimie chez les Romains.

Ce n'est que dans les siècles où les Arabes ont fait fleurir parmi eux les connaissances utiles, que l'on peut commencer à voir quelques premières traces bien évidentes de chimie. La multiplicité des médicamens que leurs médecins introduisirent dans la pratique de la médecine, le grand nombre de compositions qu'ils inventèrent, les préparations compliquées qu'ils leur firent subir pour les rendre propres aux maux qu'ils voulaient combattre : telle fut la véritable origine de cette science. En traitant des plantes et des animaux par le feu et l'eau, dans des vaisseaux distillatoires, ils virent qu'on en séparait différentes substances volatiles, qu'on en obtenait des produits, que ceux-ci étaient constans dans des circonstances semblables, et variés dans des circonstances qui l'étaient aussi.

Depuis cette époque où le sucre, le miel, les gommes, la manne, les sucs résineux commencèrent à être employés en médecine comme véhicules ou excipiens, ou comme remèdes particuliers, les formules de leurs mélanges, de leur décomposition ou de leurs combinaisons, toujours de plus en plus variées, firent naître mille occasions d'observer et de décrire l'action que les corps sont susceptibles de produire les uns sur les autres.

Il s'éleva dans le seizième siècle quelques hommes de génie qui trouvèrent dans l'art de préparer les médicamens une série de principes généraux dont ils essayèrent de faire un corps de doctrine. Bientôt on rapprocha de cet art, essentiellement chimique et gé-

néralisant beaucoup ses procédés, tous les autres arts, qui consistaient à varier par des mélanges de corps et par l'action du feu, de l'air, de l'eau, les propriétés intimes des diverses substances qu'on y soumettait. On compara aux formules médicamenteuses le traitement, la fusion, l'alliage, l'oxidation des métaux, leurs combinaisons avec le soufre, l'extraction des sels, leur décomposition, et les esprits acides plus ou moins violens qu'on en obtenait ; les vitrifications, les préparations des couleurs, des teintures, celle des parfums, arts qui tous étaient mis plus ou moins à contribution pour la confection des médicamens composés. Voilà la véritable source de la liaison intime de la chimie et de la pharmacie, du sort longtemps commun de ces deux occupations, de la réunion et de la confusion même des pratiques de l'une et de l'autre dans les mêmes laboratoires et dans les mêmes mains.

Ce rapprochement, cette sorte d'identité eussent immanquablement continué d'exister, et le sort de la chimie, toute pharmaceutique, eût été irrévocablement fixé, sans un événement d'une grande importance dans les fastes des sciences naturelles, sans une de ces circonstances qui, en influant profondément sur la marche de l'esprit humain, opèrent un renouvellement total dans ses productions et ses connaissances. Sans cet événement, tout ce que les hommes les plus habiles eussent pu faire se serait borné à lier aux faits chimico-pharmaceutiques tous les préjugés et les prestiges de la philosophie des anciens, et à donner ainsi une forme scientifique, et au moins une apparence

systématique aux principes qui en rapprochaient les résultats.

Après la longue servitude de plusieurs siècles, après le joug pesant du péripatétisme et des formules mal conçues d'Aristote, sous lequel les écoles étaient asservies et les esprits retenus captifs, parurent enfin les beaux jours préparés par Descartes, Galilée, où la pensée et le génie, débarrassés de leurs entraves, s'élancèrent à de nouvelles conquêtes. Au lieu d'obscurcir par des commentaires des ouvrages anciens, souvent défigurés ; au lieu de croire servilement à des propositions qui n'avaient pu emprunter aux siècles qu'elles avaient traversés que l'habitude d'être crues, on osa relever vers la nature un front humilié, interroger ses phénomènes, pénétrer son sanctuaire. L'observation prit la place de l'aveugle et confiante crédulité : la grande idée de faire agir entre les corps rapprochés artificiellement les forces naturelles, et d'en déterminer l'existence, la direction et l'énergie, sortit comme du néant ; l'art expérimental parut dans le monde comme une création nouvelle ; et cet astre, destiné à éclairer pour toujours un vaste horizon, vint porter dans les esprits une lumière vive, inconnue jusqu'alors. Tout-à-coup la physique, qui n'avait été jusque-là que le roman de la nature, en devint la fidèle interprète. Armée de machines et d'instrumens ingénieux, elle ajouta sa nouvelle puissance à la puissance trop isolée du génie ; elle doubla ses forces, comme le levier ajouté aux muscles de l'homme et des animaux multiplie leurs efforts. Un nouvel ordre de choses, un nouveau monde plus précieux mille fois que celui

dont l'ancien doit la conquête à Cristophe Colomb, s'offrit à la philosophie : les Boyle, les Newton, les Mayow, les Hooke, les Stahl, les Hales, les Boerhaave, y voyagèrent de découverte en découverte ; et loin de détruire des hommes, de dépeupler de vastes continents, d'allumer au cœur des rois, des conquérans et des avanturiers la soif de l'or, des richesses et du luxe, comme l'avait fait la découverte de l'Amérique, ce monde expérimental amena de douces conquêtes, multiplia les jouissances des nations, enrichit toute la société, et fit avancer à grands pas toutes les branches de la philosophie naturelle.

La chimie, si disposée par sa nature et ses prétentions à une grande mobilité, reçut une partie de ce nouveau mouvement; elle ne fut plus resserrée dans les laboratoires de pharmacie ; elle ne se borna plus à la préparation des médicamens. Transportée dans les nouveaux ateliers de la physique, elle se rapprocha de cette science renouvelée, elle s'y unit par un lien indissoluble, elle devint une de ses parties intégrantes; et quoique toujours distinguée d'elle par les sujets qu'elle traitait, par les moyens qu'elle employait, par le but qu'elle voulait atteindre, comme par les résultats qu'elle obtenait, elle eut son existence à part et bien déterminée; elle acquit enfin et une méthode et des vues si générales en comparaison de la sphère étroite qui l'avait circonscrite jusqu'à cette glorieuse époque, que le philosophe, en recherchant sa véritable place dans le tableau méthodique des sciences, lui assigna son rang, sous le nom de *physique particulière*, à côté de la physique générale.

Cependant près de cent années d'expériences et de recherches faites sans relâche chez les peuples les plus éclairés de l'Europe, sur les propriétés chimiques des corps, en isolant la chimie de l'art pharmaceutique qui l'avait si long-temps retenue comme captive ou sujette, la proclamaient presque en vain, et plutôt par une sorte d'instinct ou de divination que par un succès prononcé, la science de la nature; en vain son association avec la physique expérimentale et son newtonianisme l'avaient-ils élevée à une hauteur où elle éclairait toute la philosophie naturelle, d'où elle versait la lumière sur la production et les altérations des minéraux, sur les phénomènes de la vie végétale et animale, sur les sciences qui en étudient et les phases et les changemens, autant que sur les ateliers qui en modifient de mille manières les produits. Malgré près d'un siècle d'existence indépendante, ses résultats avaient trop peu d'exactitude, ses données étaient trop incomplètes et trop peu précises, ses moyens trop bornés, ses lacunes et ses incertitudes trop nombreuses, ses pas enfin dans la route expérimentale trop mal assurés et trop chancelans encore, pour fournir à la philosophie de la nature tout ce qu'on attendait d'elle. Etonnés du grand nombre et de la grandeur des obstacles qui s'opposaient à leur marche expérimentale, les chimistes étaient presque découragés, et désespéraient encore, il y a trente ans, de pouvoir jamais connaître la cause et le rapport des phénomènes naturels qui étaient devenus le sujet de leurs recherches et le but de leurs méditations. Frappé moi-même, et dès mes premières études chimiques, de cette sorte de découragement,

avec quel sentiment d'admiration profonde pour les découvertes modernes je me rappelle les plaintes philosophiques de mes premiers maîtres, Macquer, Roux et Bucquet, sur l'impossibilité de découvrir l'origine de la minéralisation des eaux, celle des altérations spontanées des fossiles, la source de la fermentation, la cause des changemens intimes de beaucoup de corps, des phénomènes de la végétation, des mouvemens et des modifications des liquides animaux, et d'une foule d'autres opérations de la nature, qu'ils croyaient alors couvertes d'un voile impénétrable à l'homme!

Au milieu de ces immenses difficultés, du sein même de ces efforts décourageans par leur insuffisance, quelle scène glorieuse et inattendue se présente à mes souvenirs! quel événement, d'une importance égale à celle de l'art expérimental pour les progrès de l'esprit humain, vient changer la face de la chimie, lui ouvrir une nouvelle carrière, et l'élever en quelques années au-delà de ce qu'il semblait permis au philosophe de l'espérer! En 1757, un être léger, inconnu jusqu'alors aux chimistes, invisible pour eux, et incoercible par les moyens et les machines qu'ils employaient; un fluide qui mille fois s'était présenté à eux dans leurs expériences, mais sans leur donner jusque-là la moindre notion de sa présence, par la forme élastique qu'il prenait et qui le cachait sous l'apparence de l'air; un corps enfin jouant un grand rôle dans les plus importans phénomènes de la chimie, fut découvert et comme tiré du néant, où il était resté pour les savans, par l'illustre professeur Black d'Edimbourg. Entrevu seulement trente ans auparavant par Hales, mais confondu avec

l'air doué de fixité, montré par Black comme la cause de plusieurs phénomènes encore inexpliqués, on le distingue soigneusement de l'air. Il devient, par ses propriétés remarquables, le sujet de mille recherches nouvelles. Trois lustres s'écoulent à peine depuis la première découverte de Black, et déja ce nouvel être est mieux connu que la plupart des corps anciens : son histoire est déja plus complète que la leur ; son influence sur la connaissance des phénomènes chimiques est déja immense. Elle détruit une foule d'opinions anciennes qui étaient de grandes erreurs ; elle fait jaillir mille lumières nouvelles ; elle explique une foule de faits obscurs ; elle conduit sur-tout à la connaissance de plusieurs êtres qui, semblables au premier par leur forme rare et gazeuse, toujours cachés sous ce voile aux chimistes, et manquant conséquemment à l'explication des expériences qu'ils avaient faites jusque-là, ainsi qu'au calcul des produits qu'ils avaient estimés, avaient laissé la science dans ce vague et cette incertitude dont les philosophes se plaignaient, et qu'ils semblaient reprocher avec une sorte de justice à la nature avare de ses secrets. Alors, et sous l'auspice de ces découvertes sur les fluides élastiques, sur la composition de l'air, sur son influence dans les phénomènes de la nature et de l'art, Lavoisier sentit que toutes les anciennes données de la chimie étaient entachées des erreurs dues à l'ignorance des matières gazeuses, et toujours perdues pour les chimistes ; qu'il fallait donner à sa théorie entière une nouvelle face plus conforme à la vérité, comme on venait de donner une nouvelle forme à ses instrumens et à ses

appareils. Génie élevé et vraiment créateur, courage au-dessus de tous les obstacles qu'il devait rencontrer sur sa route, habileté dans les expériences les plus délicates qui eussent encore été faites, tact fin et sûr dans l'observation des phénomènes, raisonnement sévère et géométrique dans la comparaison des résultats, vues profondes autant qu'étendues, Lavoisier avait tout ce qu'il fallait pour opérer la réforme qu'il méditait, pour faire une grande révolution dans la science. Il l'entreprit et la termina dans l'espace de quinze années d'un travail sans relâche. Il répéta les principales expériences de la chimie avec de nouveaux instrumens, et par des procédés destinés à lui faire reconnaître partout l'action et l'influence des corps fluidifiables, qui avaient pendant si long-temps échappé aux yeux comme à l'intelligence des physiciens. Le doute philosophique balança pendant dix années le sort de cette grande réforme ; les propositions nouvelles de Lavoisier furent examinées avec lenteur, pesées avec sagesse, éprouvées par une mûre et longue réflexion. Adoptées enfin par les chimistes français, devenus bientôt ses coopérateurs, elles ont institué une doctrine nouvelle qu'on a nommée *Chimie Pneumatique*, à cause de son origine due à la connaissance de l'air et des fluides qui lui ressemblaient par leur forme. L'auteur d'une révolution si grande et si heureuse pour les progrès de la raison humaine méritait le respect et l'admiration de ses contemporains, comme il les obtiendra de la postérité. Il avait mérité un autel, et le crime lui a dressé un échafaud. Il a eu le sort de Socrate, de Phocion, et de tant d'autres victimes de leur vertu et de leur amour pour la vérité.

Témoin de ce renouvellement de la science, auquel j'ai contribué, depuis vingt-six ans, autant que mes faibles efforts me l'ont permis, j'ai vu la chimie, enrichie d'une foule de faits nouveaux et de découvertes capitales, marcher d'un pas enfin assuré dans l'explication des plus grands phénomènes de la nature. Je l'ai vue, brisant les liens qui bornaient ses usages aux seuls ateliers des arts, s'élancer d'un vol rapide vers les plus grandes hauteurs de la physique; et, se frayant des routes inconnues jusqu'alors aux hommes, porter sa lumière sur des opérations naturelles regardées comme des mystères impénétrables. Placée pour toujours à ce rang élevé, riche de toutes ses nouvelles conquêtes, ne connaissant presque plus d'obstacles ni de difficultés dans ses recherches, elle est devenue en même temps la science la plus propre aux spéculations sublimes de la philosophie, et la plus utile à la perfection de toutes les pratiques des arts. Exacte dans ses procédés, sûre dans ses résultats, variée dans ses opérations, pleine de ressources par ses instrumens, ses appareils et ses manipulations modernes, sans limites dans ses applications et dans ses vues, sévère et géométrique dans ses raisonnemens, il n'est presque aucune occupation humaine qu'elle n'éclaire de son flambeau, et sur le perfectionnement de laquelle elle ne puisse avoir une grande influence. Elle accompagne le minéralogiste, le géologiste dans le sein de la terre ou sur la cime des montagnes, pour lui dévoiler la nature, la composition, l'altérabilité, souvent même l'origine en même temps que le sort futur des diverses couches du globe et des fossiles qui les forment. Occupée de l'examen

des productions végétales et des phases de la vie des plantes, depuis la germination jusqu'à la formation du bois, elle ouvre pour le botaniste et l'agriculteur un trésor de découvertes et de vues propres à leur faire concevoir le secret de la végétation. Livrée avec un succès imprévu, depuis quinze ans sur-tout, à l'analyse des matières animales liquides et solides, elle montre enfin l'espérance, perdue pour tant de siècles, de concevoir les phénomènes, les sources même de la vie, par les heureuses explications qu'elle a commencé à donner sur plusieurs points de la physiologie..... Elle répand une lumière nouvelle sur les grands changemens de l'atmosphère, sur les fluides qui la traversent, s'y dissolvent, s'en précipitent, en modifient sans cesse les propriétés et l'influence sur tous les êtres qui peuplent le globe... De ces grandes occupations, elle descend dans tous les ateliers où l'on change la forme et les qualités des productions de la nature pour les approprier de mille manières à nos besoins; elle apprend à choisir les terres propres à la poterie, à la vitrification, aux cimens, aux mortiers, les pierres utiles aux constructions diverses, à la taille, au poli, à l'ornement; elle fait connaître les états multipliés des métaux parmi les couches terrestres; elle donne l'art de les extraire de leurs mines, de les fondre, de les purifier, de les allier, de les dissoudre, de les oxider, de leur faire prendre des couleurs durables... Parmi les moyens nombreux de préparer les tributs divers des végétaux pour nos demeures, pour nos machines, pour nos vêtemens, pour la nourriture et pour les médicamens, il n'en est aucun que la chi-

mie ne dirige, qu'elle ne varie, qu'elle ne perfectionne, qu'elle ne crée même à son gré... Ses procédés, appliqués aux dépouilles des animaux de tous les genres ainsi qu'aux divers liquides qu'ils fournissent, semblent tirer du sein même de la mort des produits destinés à soutenir, à rappeler, à embellir la vie... Ainsi rien n'échappe à cette heureuse science; son influence est aussi générale dans la société que les faits dont elle s'occupe sont nombreux, et que les occasions d'en appliquer les préceptes sont multipliées. Bienfaisante pour toutes les classes des individus, nécessaire dans le plus grand nombre des professions, faite pour éclairer presque tous les genres des connaissances humaines, quelle science mériterait mieux qu'elle le nom de science universelle?

Cette vérité est déja assez répandue et assez sentie, pour que l'étude de la chimie soit devenue beaucoup plus générale qu'elle ne l'avait jamais été, même depuis les vingt dernières années de ce siècle. Tout homme qui reçoit une éducation libérale, compte aujourd'hui la chimie parmi les objets les plus indispensables de ses études. Débarrassée des idées chimériques et ridicules qui en ont, pendant long-temps, repoussé tous les bons esprits; libre enfin du préjugé qui ne la voyait, il y a quelques années encore, que comme une branche de la médecine, et qui la confondait avec la pharmacie, elle est maintenant cultivée dans presque toutes les classes de la société. Dans les écoles nombreuses qui se sont élevées par-tout pour en donner un enseignement proportionné à ses avantages, le philosophe, le législateur, l'administrateur, le naturaliste, le mé-

decin, l'agriculteur sont assis à côté du manufacturier, du fabricant, du peintre, du teinturier ; l'ingénieur civil et militaire, l'artilleur, le marin y écoutent les maîtres que suivent en même temps le pharmacien, le distillateur, le parfumeur ; en un mot, tous y trouvent des notions exactes et utiles aux divers genres de leurs travaux, parce qu'il leur est également impossible de se passer d'une science qui seule peut leur faire apprécier l'action réciproque de tous les corps les uns sur les autres, les changemens qu'ils éprouvent par leur contact, les modifications de forme, de saveur, de couleur, d'odeur, de consistance qu'ils prennent par la combinaison ou la décomposition, la durabilité ou la variabilité de leurs propriétés naturelles ou acquises, les effets auxquels ils sont soumis par les lois de la nature ou par les efforts de l'art, et ceux qu'ils produisent sur les organes de l'homme et des animaux.

Pénétré de ces vérités sur les grands avantages et sur les ressources inépuisables que la chimie offre pour toutes les occupations humaines, j'ai conçu et exécuté, autant que les circonstances me l'ont permis, le projet de faire entrer l'enseignement de cette science dans l'éducation nationale. L'organisation des écoles centrales dans les départemens de la République française m'en a présenté une occasion trop favorable, pour que je ne me sois pas empressé de la faire tourner au profit de tous les citoyens. La chimie, liée à la physique, est devenue une des branches principales de cette belle institution. Si le nombre des hommes assez forts dans cette science pour en enseigner les principes à la jeunesse française n'a pas encore suffi à celui des chaires

instituées par la loi du 3 brumaire an 3, cette lacune n'est que momentanée ; chaque jour la voit peu à peu disparaître : et, dans peu d'années, ces nombreux foyers d'une instruction solide seront allumés sur tous les points du sol heureux qui doit en recueillir l'influence. Qu'on porte sa pensée sur le bien que ces torrens de lumières versées dans la France feront à toutes les parties de l'économie publique ; sur les moyens, le développement, la force qu'elles donneront à tous les produits de l'industrie ; qu'on se représente combien de vérités, ou entièrement ignorées, ou peu connues encore, elles rendront familières et domestiques, le nombre des améliorations qu'elles feront naître dans les procédés des usines, des fabriques, des manufactures ; la masse des erreurs qu'elles corrigeront, celle des préjugés qu'elles feront disparaître : et l'on appréciera la grandeur du bienfait que le peuple français aura reçu de ces institutions nouvelles. Des circonstances fameuses, et qui doivent occuper une grande place dans l'histoire des nations, ont déja marqué d'un sceau ineffaçable l'utilité dont la chimie peut être pour l'économie publique, pour la sûreté et la défense des peuples. Les fastes de la révolution française diront au monde tout ce que la guerre de la liberté doit aux lumières et aux ressources de la chimie. La France, pressée par de puissans et nombreux ennemis, bloquée sur mer par leurs flottes colossales, privée des tributs que le commerce lui apportait dans les temps ordinaires, a manqué de salpêtre, de cuivre, d'acier, de mercure, de soufre, de cuir ouvré, et d'une foule d'autres objets plus ou moins nécessaires aux besoins et à la vie de

ses habitans. Les armes de ses nombreux et vaillans défenseurs ne pouvaient suffire pour y pourvoir, et les bras de ses soldats manquaient eux-mêmes de ce qui devait les rendre formidables aux ennemis. Son sol, si riche par ses productions, semblait n'être pas propre à lui offrir ce que son industrie commerciale avait été chercher jusque-là chez des peuples étrangers. Sans le génie de la science chimique, elle était menacée d'une disette absolue dans ses moyens de défense. Une administration active, et accoutumée à vaincre toutes les résistances, parce qu'elle sentait toute la force du peuple français, et parce qu'elle savait l'employer toute entière, conçoit l'espoir de trouver dans la chimie ce que la routine des ateliers ne peut lui fournir, et ce que le commerce interrompu lui refuse. Elle appelle les chimistes les plus éclairés, elle les réunit, leur fait connaître ses besoins pressans autant qu'étendus, la confiance qu'elle a placée dans leurs lumières, et les secours qu'elle leur demande. Son attente n'a pas été trompée : ses espérances se sont réalisées au-delà même du point où elle les avait portées. On a vu la France entière, avertie par cette réunion d'hommes éclairés de l'immense quantité de salpêtre que la nature avait déposée dans son sein, convertie en ateliers de salpêtriers, tous les citoyens occupés à l'envi de la recherche et de l'extraction de ce sel; et bientôt les raffineries nationales, les arsenaux, les ports, les places fortes et les camps, tellement approvisionnés par cette immense exploitation, hors de toutes les mesures et de toutes les proportions connues jusque-là, qu'après sept années d'une guerre épouvantable cette grande provision est

loin encore d'être épuisée, et que le mouvement communiqué par cette vaste entreprise peut bien se ralentir, mais jamais s'arrêter entièrement. Cet exemple fameux ne sera plus perdu ; la chimie a prouvé qu'après quelques années de repos, la terre des écuries, des remises, des étables, des celliers, des caves, et de presque tous les lieux habités ou servant de magasins à des substances végétales ou animales, est de nouveau chargée de salpêtre, et qu'une nouvelle exploitation faite avec une activité semblable à celle de la première, et plus régularisée, plus méthodique que celle-ci n'a pu l'être dans les temps difficiles où elle a eu lieu, donnera encore une plus grande abondance de ce sel qu'elle n'en a fourni d'abord. Voilà donc un fonds inépuisable de la matière la plus utile à la défense, et la plus avantageuse à une foule d'ateliers et de manufactures, trouvé pour jamais par les connaissances chimiques. Elles ont appris en même temps à purifier ou raffiner ce produit naturel en quelques heures, au lieu de plus d'un mois qu'on y employait autrefois, et à le rendre propre à la composition de la poudre, dont la fabrication est devenue en même temps et bien plus prompte et bien moins dangereuse. Ai-je besoin de rappeler ce qu'elles ont fait à la même époque, et pour remédier à la même pénurie, dans la fonte des canons, dans le raffinage et l'extraction du cuivre pur du métal de cloches, dans la fabrication des monnaies du même métal, dans celle de l'acier, des fusils, des sabres et de toutes les armes où le fer entre sous cette forme ou dans l'état d'acier? Dirai-je les ressources nouvelles qu'elles ont offertes, et les arts nouveaux que la chimie a créés pour le prompt tan-

nagé des cuirs, pour la composition du savon, pour l'établissement de ballons aérostatiques destinés à éclairer les marches de nos armées, pour la confection des nouveaux poids et mesures, pour la préparation des crayons artificiels, pour le blanchiment et la refonte du papier imprimé, pour les procédés si ingénieux et si fins de la fabrication des assignats? Tous ces monumens, élevés à la fois chez un grand peuple, et qui ont signalé la conquête de ses droits autant qu'ils ont servi à fonder sa liberté sur des bases inébranlables, resteront désormais chez les nations policées comme des témoins impérissables des bienfaits que la culture et le perfectionnement de la chimie sont susceptibles de répandre sur les hommes.

C'est à la France que sont dus le renouvellement, la restauration complète et la perfection de cette belle science; et s'il était juste qu'elle en recueillît les fruits dans une grande et importante occasion où il s'agissait de son existence et de son soutien, il est aussi naturel qu'elle voie former dans son sein les plus grandes entreprises destinées à augmenter les progrès de la chimie et à en étendre les avantages.

Telle est la nature de l'ouvrage que je publie aujourd'hui sous le titre de SYSTÊME DES CONNAISSANCES CHIMIQUES, ET DE LEURS APPLICATIONS AUX PHÉNOMÈNES DE LA NATURE ET DE L'ART. Après avoir successivement donné au public divers ouvrages élémentaires de chimie, sous des formes variées et appropriées au but que je m'étais proposé dans chacun d'eux, mais qui tous n'étaient destinés qu'à présenter les principes de la science, j'ai entrepris d'en recueillir toutes les vérités,

d'en réunir un ensemble plus complet et plus détaillé que tout ce qu'on avait jusque-là, et de les disposer sur-tout d'après une méthode particulière, ou dans un ordre nouveau dont une expérience de plusieurs années d'enseignement public et particulier m'ont fait reconnaître tous les avantages. J'ai voulu, sinon rassembler tous les faits de chimie connus, au moins en rassembler beaucoup plus qu'aucun traité n'en avait offert jusqu'à ce moment. Cela m'a paru sur-tout nécessaire d'après l'état actuel des découvertes modernes dont aucun ouvrage ne contient à beaucoup près la réunion.

La Philosophie chimique que j'ai fait paraître il y a quelques années, et qui a été reçue du public savant avec une indulgence et une faveur que je n'aurais jamais osé espérer de cet opuscule, quoique sa forme et sa marche ne me parussent pas sans quelque valeur pour l'intelligence de l'état actuel de la science ; la Philosophie chimique avait spécialement pour but de pressentir l'opinion des hommes de l'art sur la méthode générale d'exposer les premières vérités de la chimie, que j'y avais ébauchées. Satisfait de l'impression qu'elle avait produite parmi les savans et parmi les étudians, et par conséquent de l'essai auquel ce premier ouvrage était destiné, je me suis proposé de suivre une méthode analogue dans l'exposition détaillée des Connaissances chimiques. J'ai voulu donner pour l'étude de la science dans toutes ses profondeurs, la même marche que j'avais déja indiquée pour en énoncer les premiers principes. Quoique je n'aie pas prétendu épuiser tout ce que la chimie possède de faits, d'expériences, de phénomènes et de résultats, objet peut-être au-dessus des forces d'un

seul homme, quelque laborieux et quelque savant qu'il soit; j'ai au moins eu l'intention d'en recueillir la plus grande partie, d'en offrir un ensemble assez complet pour ne laisser que peu de choses à desirer.

Aucun ouvrage, parmi ceux qui sont venus à ma connaissance, n'a été fait d'après les mêmes vues ou rédigé sur le même plan. Il n'en existe sur-tout aucun où l'on ait présenté un tableau exact et méthodique des nouvelles découvertes, où l'on ait offert leur enchaînement et leurs rapports. Il ne m'est plus permis même de donner à celui-ci le nom d'*Elémens*, d'après ceux que j'ai publiés sous le même titre, et qui en sont entièrement différens. Un nombre de faits qui surpasse de beaucoup ce qui est nécessaire pour constituer les simples élémens d'une science; une méthode nouvelle et singulièrement différente de celle qui m'a dirigé dans la rédaction de ces derniers; une étendue beaucoup plus grande dans leur exposition; des développemens nombreux qui eussent été déplacés dans des traités élémentaires : voilà ce qui caractérise la principale différence qui existe entre ces deux genres d'ouvrages.

A la vérité, si l'on considère celui-ci relativement aux objets qu'il embrasse et au but vers lequel il tend, de faire connaître les phénomènes de la nature et de l'art; si l'on mesure la distance qui le sépare encore de ce que la philosophie naturelle ou la physique, vue sous ses plus grands rapports, exigerait pour qu'il fût plus complet et sans lacune : alors cet ouvrage peut encore être regardé comme des élémens. C'est ainsi qu'un des monumens littéraires qui honoreront le plus notre siècle, si remarquable par les progrès qu'il a

fait faire aux sciences, l'immortel ouvrage de Haller sur la physique du corps humain, porte le titre modeste d'*Elémens de physiologie*, quoique ce soit un des ouvrages les plus savans, les plus profonds, les plus érudits et les plus étendus qu'on ait écrits. Son illustre auteur ne lui a imposé cette dénomination d'Elémens qu'après avoir comparé ce qu'il était par rapport à la puissance de la nature et aux autres connaissances qu'elle exigeait pour la découverte de ses mystérieuses opérations. Sans doute ce titre est plus relatif à ses grandes lacunes qu'au travail qu'il a exigé de Haller, à la faiblesse humaine qu'aux efforts soutenus qu'il a coûté à son auteur. Sous ce point de vue, l'ouvrage que je publie, très-éloigné des immenses recherches contenues dans le livre de Haller, auquel je n'ai pas la prétention de le comparer, quoiqu'il ait avec le sien quelques rapports étrangers à celui de l'érudition, n'offrira encore au philosophe que des élémens très-imparfaits de la science de la nature, à laquelle je le consacre.

Mais ce n'est pas ainsi que l'on doit envisager les ouvrages scientifiques, lorsqu'on a égard aux usages auxquels ils sont destinés. Les élémens des sciences, toujours éloignés de la grandeur et de la majesté de la nature, qui les laisse bien loin derrière elle, et dont ils ne seront jamais que de faibles esquisses et des dessins fort imparfaits, ne doivent être que des représentations simples des premières et des plus générales vérités qu'on a découvertes sur les phénomènes naturels : les longs détails, les discussions approfondies, les grandes collections de faits nombreux leur sont entièrement étrangers, et ne peuvent que détourner l'attention de ceux qui

étudient. Faits pour initier dans la première connaissance des sciences des hommes qui n'en ont encore aucune notion, il faut qu'ils soient proportionnés à leur esprit neuf encore dans cette étude, qu'ils soient simples et précis, qu'ils ne contiennent que des énoncés purs d'où l'on ait écarté les preuves accumulées, les digressions, les détails explicatifs, les faits compliqués. Telle a été ma manière de voir et de faire dans la rédaction de la Philosophie chimique. Peut-être même ai-je porté trop loin la concision dans laquelle je me suis renfermé; peut-être la brièveté m'a-t-elle rendu obscur, espèce de faute que je tâcherai de faire disparaître dans une autre édition : mais j'ai mieux aimé appeler la réflexion et la méditation, forcer l'esprit de mes lecteurs à se replier sur les axiomes qui composent cet ouvrage, que de l'égarer dans le labyrinthe des détails, que de le troubler par des discussions ou des explications trop verbeuses.

Lorsque les hommes livrés à l'étude des sciences naturelles ont saisi les premières notions que leur présentent les livres élémentaires; lorsqu'ils se sont pénétrés des premières vérités qui y sont énoncées, et qui leur sont devenues familières : alors, capables d'en pénétrer les profondeurs, d'en comparer les faits divers et compliqués, d'en reconnaître les lacunes et les difficultés, d'en saisir toutes les finesses et la sublimité, ils peuvent et doivent lire des ouvrages plus relevés, plus difficiles, plus étendus que les simples élémens; il leur faut même, à cette époque de leurs études, des traités plus développés, plus profonds, des discussions savantes, des masses de faits plus propres à porter la

lumière et la conviction dans leurs esprits devenus plus difficiles et en même temps plus curieux. Ce ne sont plus de simples énoncés dénués d'appuis et de critique, qui leur sont nécessaires ; ils se plaisent à trouver réunies les preuves des faits, les objections des critiques, les opinions diverses ; loin d'être rebutés par les détails ou étourdis par les difficultés, ils recherchent avidement les uns, et ils veulent connaître les autres. On doit même leur montrer les lacunes dont les sciences sont encore remplies, les obstacles qui leur restent à surmonter, les phénomènes qu'elles n'ont pu expliquer, en un mot, comparer pour eux ce qu'elles ont de réel, de certain, de démontré, avec ce qui n'est encore que vraisemblable ou probable, avec les simples aperçus, avec les vues même qu'elles font naître ; en un mot, leur ouvrir la carrière toute entière sans leur dissimuler les portions obscures ou mal éclairées encore, et le peu d'espace parcouru jusqu'ici, comparativement à ce qu'elles ont à parcourir encore. Ce qui fatiguerait, ce qui pourrait même détourner le commençant, dont il faut que les pas soient tous dirigés sûrement, et proportionnés à la faiblesse de leurs moyens, est approprié à la force acquise de ceux qui ont vaincu les premières difficultés, et qui, conduits dans la route droite et bien éclairée des élémens, brûlent de s'engager dans tous les sentiers détournés qui leur ont été cachés. Enfin les hommes déja forts dans les principes des sciences, dans leurs notions élémentaires, et qui se sentent des dispositions réelles pour les approfondir, ont besoin non seulement de tous les détails, de la connaissance la plus vaste des faits, mais encore de l'expo-

sition de tous les moyens qui ont été successivement pris pour parvenir à cette connaissance, pour arracher à la nature ses moindres secrets, pour pénétrer les mystères qu'elle a le plus voilés à nos yeux. C'est alors qu'en appréciant véritablement le génie des sciences, en estimant toutes leurs ressources, en saisissant leur esprit et leurs difficultés, ils en voient enfin le rapport avec la puissance et les phénomènes de la nature; ils en font les applications utiles; ils en sentent les charmes et les grands avantages.

Voilà le but vers lequel j'ai eu l'intention de diriger ce nouvel ouvrage. En le destinant à ceux qui veulent étudier la chimie dans toutes ses profondeurs, je l'ai conçu comme au-dessus des Élémens, sous quelque forme que j'aie varié ceux-ci depuis vingt ans. Le projet que j'ai voulu exécuter, embrassant un ensemble et des vues qui n'ont encore été présentés dans aucun traité de chimie, je crois devoir faire connaître ici avec des développemens suffisans, et l'étendue de mon plan et les moyens dont j'ai usé pour essayer de le remplir.

Toutes les connaissances chimiques, considérées dans la vaste étendue qu'elles comprennent pour ceux qui veulent les approfondir, et qui se sentent le courage de les poursuivre jusqu'où elles peuvent être poussées dans l'état où notre siècle les a fait parvenir, doivent être divisées en quatre grandes parties, toutes également indépendantes l'une de l'autre, ou au moins susceptibles d'être détachées et traitées séparément, quoiqu'elles aient toutes entre elles des rapports essentiels, et quoique leur réunion puisse être regardée comme nécessaire pour constituer le complément de la science :

La première est la partie théorique, ou la THÉORIE de la science.

La seconde en comprend l'HISTOIRE ;

La troisième appartient à la PRATIQUE ;

Et la quatrième partie en renferme les APPLICATIONS.

Jetons un coup-d'œil sur la nature, la différence, les analogies respectives et la disposition relative de ces quatre parties, qui enveloppent et circonscrivent, comme dans un cercle immense, toute la masse des connaissances chimiques.

J'entends par partie THÉORIQUE de la chimie l'exposé méthodique de tous les FAITS qui appartiennent à cette science, et qui, dans la disposition régulière qui doit les coordonner, ainsi que dans le simple énoncé des résultats qu'ils fournissent, les présente également dépouillés et des détails expérimentaux par lesquels on les prouve, ce qui tient à la pratique, et des routes diverses par lesquelles l'esprit humain est parvenu à les découvrir, ce qui appartient à l'histoire, et des données nombreuses qu'ils fournissent pour l'explication des phénomènes de la nature ou des procédés des arts, ce qui en constitue les applications. Cette première partie de la chimie, qui en forme la véritable science, dont le but est réellement de faire connaître tous les faits et de les lier les uns aux autres par une méthode exacte, doit être traitée à part et la première de toutes ; soit parce que, déja vaste dans les objets qu'elle em-

brasse, elle serait comme étouffée par l'association des trois autres ; soit parce que, constituant la base des connaissances chimiques, elle doit naturellement précéder toutes les autres, qui n'en sont que les preuves, les résultats ou les dépendances. On ne peut pas être chimiste sans la posséder ; on ne peut faire aucun progrès dans l'étude de l'une ou de l'autre des trois autres parties, si les grands développemens que la première fournit aux principes de la science ne précèdent pas ces parties secondaires ; en un mot, on est chimiste quand on la sait bien, quoique l'on ne puisse devenir chimiste profond et créateur qu'en s'adonnant ensuite aux autres.

L'HISTOIRE de la chimie, formant, dans mon plan, la seconde partie des connaissances étendues qui comprennent tout l'ensemble de cette science, n'est pas ce qu'on entend ordinairement par ce nom dans le plus grand nombre des livres de chimie. Les premières pages de ces traités, les introductions, les discours préliminaires offrent ordinairement une ébauche imparfaite des principales époques ou des fastes de la science ; ébauche qu'on décore en vain du titre d'histoire de la chimie, relativement à la manière dont je la conçois ici. Celle que je regarde comme une partie entière et très-essentielle de la science, prise dans toute sa latitude, exige des détails et des développemens dont il n'y a encore que des esquisses très-incomplètes dans les ouvrages connus. Elle doit non seulement considérer et fixer toutes les époques de la chimie, les distinguer soigneusement les unes des autres, mais encore suivre toutes les découvertes faites à des temps différens, montrer l'enchaînement

qu'elles ont les unes avec les autres, leur succession, la marche qu'elles ont suivie, comment chaque vérité a été trouvée, noter les erreurs qu'il a fallu traverser en quelque sorte avant de connaître l'exactitude dans les faits qu'on observait, appliquer cette méthode de recherches historiques précises à chacun des faits en particulier, et sur-tout à ceux qui ont le plus d'importance, parce qu'ils forment les bases de la science. On conçoit sans doute que l'histoire de la chimie, vue sous ce rapport, exige d'abord qu'on ait une connaissance positive des faits qui la composent, et par conséquent qu'elle soit précédée de la théorie de la science. Voilà pourquoi je la place au second rang, et j'en forme la seconde partie. En examinant tous les détails des travaux des chimistes, depuis les premières époques où ils ont eu lieu jusqu'aux temps modernes; en parcourant la longue liste des difficultés qui ont arrêté les premiers, des fautes qu'ils ont commises, ainsi que celle des succès qui ont fini par couronner leurs efforts, on verra comment les théories générales se sont succédées, pourquoi elles ont offert d'abord de grandes lacunes, par quelles circonstances heureuses celles-ci ont peu à peu disparu: ainsi la science sera véritablement approfondie, la liaison de tous les faits sera bien déterminée; et l'histoire, présentée sous cette forme utile, offrira un intérêt dont elle n'a point encore paru être susceptible.

La troisième partie de la chimie générale, dont j'ai conçu le plan, renferme la PRATIQUE de la science: elle contient la classification des instrumens, des vases, des appareils de tous les genres; la description isolée de chacun d'eux, de leurs différences, de la variation

de leurs formes, de leur matière, de leurs usages, les changemens qu'ils ont subis, les améliorations et les perfectionnemens qu'ils ont successivement éprouvés, la manière de s'en servir et d'en tirer tout le parti possible. C'est la description d'un laboratoire de chimie, des ustensiles qu'on y place, et des moyens de les employer à la découverte des vérités chimiques. De cette première base de la pratique, on doit passer à l'exposition des expériences, des opérations, des procédés, de leurs différences, des méthodes et du manuel nécessaires pour obtenir les résultats et les produits que l'on cherche. Cette partie, nécessaire au chimiste de profession, doit être détachée de celle qui enseigne la THÉORIE, et de celle qui comprend l'HISTOIRE; car les longs détails qu'elle exige obscurciraient la clarté qui doit régner dans la première, et, se mêlant sans avantage avec ceux qui appartiennent à la seconde, perdraient eux-mêmes la clarté qui doit les rendre recommandables, parce qu'elle en fait la véritable utilité. Il est donc nécessaire d'en faire une des branches primitives du tronc de la science, de la distinguer des trois autres, et de la traiter en particulier. Quoique, depuis soixante ans, on ait publié sous le titre de *Chimie pratique*, de *Chimie expérimentale*, de *Procédés chimiques*, de *Manuel de chimie*, un grand nombre d'ouvrages recommandables et utiles, la science manque presque entièrement d'une description complète de ses procédés, de ses manipulations, de ses appareils et de ses expériences modernes. La rédaction d'un pareil ouvrage entraîne, il est vrai, de grandes difficultés; mais elle est d'une si

grande importance pour faire connaître les avantages de la chimie, et pour en répandre le goût ainsi que la manière dont elle obtient tous ses nouveaux résultats, qu'il est extrêmement desirable qu'on s'en occupe incessamment.

Enfin je compte pour quatrième et dernière partie de la science chimique, prise dans toute son étendue, les APPLICATIONS qu'on peut en faire, soit à l'intelligence et à l'explication des phénomènes de la nature, soit aux procédés, à la pratique et au perfectionnement des arts. Cette partie est aussi vaste dans son exécution et son ensemble, qu'elle est importante par les services qu'elle a rendus et qu'elle continue de rendre à la société. C'est même vers ce but des applications que les efforts des chimistes doivent être et sont effectivement dirigés; c'est par elles qu'on peut espérer de voir se rapprocher des sciences exactes et positives, la minéralogie, la géologie, la météorologie, abandonnées presque entièrement jusqu'aujourd'hui, la première à une nomenclature à peu près stérile, la seconde à des romans ou à des espèces de fictions invraisemblables ou imaginaires, la dernière à des suites d'observations aussi incohérentes, aussi indépendantes les unes des autres, que leur masse inutile est accablante pour les physiciens. Dans l'étude des propriétés des végétaux, les applications chimiques ou les données de la chimie sont seules capables de porter la lumière, que les observations des naturalistes, malgré leur grand nombre et leur sagacité, n'ont pas pu y porter encore : elles seules peuvent éclairer la physiologie végétale et l'agriculture, comme tant de découvertes

modernes le prouvent aujourd'hui. Il est également reconnu que ces découvertes feront naître une foule de vérités dans la physique des animaux et dans la médecine : ce qui a été fait dans les derniers temps sur plusieurs points capitaux de la physiologie, prouve même qu'il y a plus à espérer de la chimie que de toutes les autres sciences appliquées à la physique animale, puisque l'anatomie, la plus importante de ces dernières, n'était pas parvenue, malgré son exactitude et sa perfection actuelles, à de pareilles découvertes. Après cette branche principale des applications chimiques aux phénomènes de la nature, que sera-ce si l'on passe à celles qui sont relatives aux procédés des arts ! Toutes les manipulations par lesquelles on change les propriétés des productions naturelles, pour les rendre, sous mille formes et mille qualités nouvelles, utiles à nos besoins divers, sont de véritables opérations de chimie. Les arts chimiques dépendent tellement de cette science, ils sont tellement liés à sa propre existence et à ses destinées, que tous les pas qu'elle fait dans la connaissance des êtres, toutes les découvertes dont elle s'enrichit chaque jour, sont autant de nouvelles acquisitions pour eux ; elle les perfectionne sans cesse, ajoute chaque instant à leurs procédés, en crée perpétuellement de nouveaux. On voit par-là de quelle immense latitude cette quatrième partie de la chimie est susceptible ; on voit qu'elle peut être partagée en six branches également importantes, trois d'applications aux sciences, à la physique minérale, à la physique végétale, et à la physique animale, et trois d'applications aux arts chimiques ; savoir, à ceux qui s'exercent sur les fossiles,

à ceux qui s'occupent des produits des plantes, et à ceux qui sont relatifs aux matières animales.

Quoique ces quatre parties semblent être également nécessaires pour le complément du plan général que j'ai le dessein de suivre, il est néanmoins facile de concevoir que chacune d'elles peut être traitée séparément et publiée à part. L'ouvrage entier exige un travail si soutenu et un temps si long, qu'il est à craindre que la vie d'un seul homme ne puisse pas suffire pour le terminer complétement. Depuis longtemps j'en rassemble les matériaux et j'en médite l'exécution. Déja la première partie ou la THÉORIE générale de la science doit être regardée comme terminée dans l'ouvrage que je présente ici. La seconde a déja été tracée à la vérité comme une simple ébauche, dans le troisième volume du Dictionnaire de chimie encyclopédique. Quant aux deux autres parties, je ne me suis encore occupé qu'à recueillir quelques-uns des matériaux qui doivent entrer dans leur composition. Ainsi le SYSTÊME DES CONNAISSANCES CHIMIQUES que je donne en ce moment, et dont ce discours est une introduction préliminaire, forme réellement la première partie du grand ouvrage dont je viens d'énoncer le plan général.

Cependant le titre même que ce traité porte, annonce qu'il contient au moins une exposition sommaire de la quatrième partie ou des applications de la science. Je dois expliquer à cet égard, et la pensée qui a dirigé ma plume, et les raisons qui m'ont porté à ne pas exécuter rigoureusement le premier projet, tel que je l'ai fait connaître. S'il m'avait été permis d'espérer,

ou si j'avais pu être sûr que l'exécution totale de ce projet et la rédaction des quatre parties qui le composent pussent avoir lieu, sans doute j'aurais suivi ce plan dans la plus grande rigueur, et chacune des quatre parties eût été traitée seule, et sans mélange de rien de ce qui appartient aux trois autres. J'ai senti que la première partie, donnée à part au public comme un traité complet dans son genre, pouvant paraître et rester dans le monde littéraire sans être suivie de l'une ou de l'autre des trois parties suivantes, devait au moins offrir en aperçus ou en vues succinctes quelques-uns des principaux traits qui appartenaient à ces autres parties, soit pour rompre la monotonie didactique, qui n'eût été pour moi un devoir indispensable que dans le cas où les autres parties eussent été publiées en même temps, soit pour y réunir une notion, superficielle à la vérité mais cependant utile, de la nature et des avantages de chacune de ces parties de la science. Aussi, dans l'esquisse des objets étrangers, d'après le plan indiqué, à la théorie de la chimie, ne me suis-je pas borné à montrer quelques principaux exemples de ses applications, en choisissant même les plus importantes et les plus utiles : j'ai également choisi parmi les faits historiques et les opérations ou les procédés chimiques, les plus saillans et les plus propres à donner une idée de l'état actuel de la pratique et de l'histoire, au moins telles que je les considère, de sorte que le Système de connaissances que j'ai voulu offrir aux hommes studieux, quoique plus relatif à la théorie de la science qu'à ses autres parties, pût cependant leur tenir lieu de celles-ci, jusqu'à ce

que le temps et la continuité de mon travail leur aient procuré ces dernières parties rédigées en particulier.

Quoique j'aie ainsi entremêlé les vérités théoriques de la chimie de quelques traits de son histoire, de plusieurs faits de pratique, et de ses principales applications aux sciences et aux arts, ou aux autres branches des connaissances humaines en général; ces trois genres de notions n'étant considérés seulement ici que comme des accessoires de la théorie qui fait la base de cet ouvrage, on doit s'attendre que les détails qui leur sont relatifs n'ont ni l'étendue ni les développemens qui leur seraient nécessaires, s'il était question de les traiter en particulier. La partie historique n'y est absolument qu'une légère esquisse, qu'une sorte de premier linéament propre à ne pas laisser entièrement inconnus les noms et les travaux des hommes habiles auxquels la science doit ses principales découvertes sur chaque matière. Les notions du manuel et des expériences y sont tracées avec une concision qui suffit pour faire aperçevoir en quoi les procédés actuels de l'art chimique diffèrent de ce qu'ils étaient autrefois, mais non pour décrire exactement les opérations, ni pour former un chimiste praticien. Enfin, les applications principales qui y sont insérées, présentées avec une grande précision, n'ont pour but que d'exposer les grands avantages dont la culture et l'étude approfondie de la chimie sont accompagnées, et les services qu'elle est capable de rendre aux hommes : elles ne doivent être considérées que comme les titres ou les sommaires de l'ouvrage, ou plutôt des traités qui devront être quelque jour consacrés à ces applications,

lorsqu'il s'agira de leur donner toute l'étendue et tous les développemens qui leur appartiennent. Toutefois parmi ces applications il en est deux que j'ai cru devoir développer un peu davantage, soit à cause du grand intérêt qu'elles inspirent, soit par l'immense et prochain avantage qu'elles promettent à la philosophie naturelle, soit enfin parce qu'elles doivent à l'état actuel de la chimie un éclat et en même temps une certitude dont on ne les aurait pas crues susceptibles il y a vingt-cinq ans. Ce sont celles qui ont rapport à la physique des végétaux et des animaux, comme on va le voir par la notice de la méthode que j'ai suivie pour la composition et la rédaction de cet ouvrage.

J'ai dit jusqu'ici comment je considérais la naissance, les principales révolutions, l'état présent de la chimie, le rang qu'elle méritait parmi les sciences, les fruits qui naissaient de sa culture, et sur-tout l'étendue, comme la principale division des quatre parties dans lesquelles je pense qu'elle doit être aujourd'hui partagée, lorsqu'on veut en poursuivre l'étude jusque dans toutes ses profondeurs. J'ai fait voir que l'ouvrage que je publie en ce moment n'est, à proprement parler, que la première partie du grand travail dont j'ai conçu le plan, et pour lequel je n'ai cessé de recueillir des matériaux depuis vingt ans. On a dû sentir que le but véritable de cet ouvrage était d'offrir aux étudians un ensemble systématique des connaissances théoriques qui constituent la science de la chimie : je dois dire maintenant comment j'ai disposé ces connaissances, l'ordre nouveau que j'ai adopté pour en former une série méthodique, les sources principales où je les ai

puisées, et la marche que j'ai suivie pour sa rédaction. Je dois mettre entre les mains de ceux qui prendront cet ouvrage pour guide de leurs études, le fil qui m'a servi dans ma route, afin qu'ils ne puissent jamais s'égarer, qu'ils aient toujours présente à l'esprit la liaison continuelle que j'ai eu pour but d'établir entre tous les faits, et qu'ils puissent enfin juger, par leurs progrès dans ces études, si j'ai rempli convenablement l'objet que je m'étais proposé dans mon travail.

C'était jusqu'ici une sorte de coutume généralement adoptée, et de convention devenue presqu'une loi, que de suivre dans les ouvrages de chimie la méthode des naturalistes; de partager ces ouvrages en règnes, comme on le faisait pour les leçons, et de traiter successivement de chacun de ces règnes, en descendant jusqu'à leurs dernières divisions. Cette marche, la même que celle de l'histoire naturelle, a été sur-tout admise par les écrivains de la chimie, depuis l'époque où cette science a commencé à secouer le joug pharmaceutique, sous lequel elle avait long-temps plié. Lorsque la chimie généralisa ses principes et embrassa des idées plus étendues que la seule préparation des médicamens, prétendant dès-lors connaître toutes les productions de la nature, elle dut s'associer aux naturalistes, et se laisser même diriger par eux. Avant cette époque, les ouvrages chimiques n'étaient que des formulaires de préparations pharmaceutiques, et ils devaient offrir des divisions ou une méthode entièrement fondées sur les rapports et les différences de ces préparations.

Aujourd'hui la chimie doit faire, par rapport à l'histoire naturelle, ce qu'elle a fait, il y a presque un

siècle, par rapport à la pharmacie, quoique beaucoup plus agrandie par la dernière association que par la première qui lui avait toutefois donné naissance, et dont elle n'a pu se séparer qu'après avoir pris un certain accroissement. Elle doit actuellement éprouver le desir comme le besoin de marcher seule et sans appui étranger, puisque sa carrière est si bien distinguée de celle des autres sciences, puisque son but, ses moyens, ses résultats en diffèrent si essentiellement. Quelques auteurs avaient déja senti cette nécessité, et ils avaient essayé de modifier ou de changer même la route suivie jusqu'à eux. C'est ainsi que les académiciens de Dijon, dans l'ouvrage élémentaire qu'ils publièrent en 1777 pour servir à leurs leçons, sans s'astreindre à la division des règnes, prirent pour texte de leur nouvelle méthode les dissolvans et les dissolutions, c'est-à-dire, la base des affinités ou attractions chimiques, mais considérées sous le rapport du principal phénomène et de l'opération de chimie la plus générale et la plus connue.

Persuadé, depuis la consolidation de la doctrine pneumatique et la publication de notre tableau méthodique de nomenclature, qui avait déja offert en 1787 l'exposition des corps considérés chimiquement sous une nouvelle forme, de l'indispensable nécessité d'avoir pour la théorie de la chimie un ordre tout particulier et qui lui appartînt en propre, c'est-à-dire qui fût fondé sur les connaissances qu'elle donnait de la nature des corps, je sentis que la méthode qu'il fallait créer pour elle devait sur-tout s'écarter de celles des naturalistes. En effet, ceux-ci ne considèrent les corps que

tels qu'ils leur sont offerts par la nature, et avec l'ensemble de toutes leurs propriétés; ils sont même obligés de les supposer permanens, pour en saisir avec exactitude les formes, les dimensions, les couleurs, la structure apparente; s'ils veulent fixer, par la disposition régulière de leurs collections, les idées de ceux qui les étudient, sur les caractères des productions naturelles qu'ils ont adoptés, il faut qu'ils écartent de ces productions toutes les causes d'altération et de destruction qui les menacent. L'anatomiste, guidé dans ses premiers pas par la méthode des naturalistes, dès qu'il détruit la liaison des parties du corps des végétaux et des animaux pour en mieux connaître l'organisation, ne peut lui-même laisser subsister les caractères naturels, et sent bientôt la nécessité d'en puiser d'autres dans le tissu intérieur de ces êtres : ce qu'il peut faire de plus beau et de plus utile, c'est de trouver dans les organes cachés un rapport de structure avec les parties extérieures, rapport d'où il tire habilement, d'après la manière d'Aristote, des inductions générales qui rendent plus exactes et plus lumineuses les distinctions des méthodistes fondées sur les caractères apparens ou sensibles.

Mais le chimiste ne peut avoir ni la même marche ni le même but : aucun corps ne reste, pour ses recherches, dans son état naturel; il en brisse le tissu, il en sépare les parties intégrantes, il en fait disparaître toutes les propriétés, il en détruit du premier coup tous les caractères extérieurs ou apparens; et si la méthode naturelle a dû le guider pour le choix des matières qu'il examine, il est bientôt obligé de la sacrifier en-

tièrement à ses travaux ; il cherche et trouve des résultats absolument différens, en quelque manière opposés à ceux du naturaliste. En soumettant les corps à l'analyse, il découvre quelle est leur nature intime ; il détermine quel est l'ordre de leur simplicité ou de leur composition ; il fait tout-à-coup varier les propriétés qui en formaient les caractères sensibles ou apparens ; il étudie les attractions auxquelles obéissent les principes constituans des corps ; et, toujours occupé de molécules si fines et si déliées qu'elles cessent d'être visibles, il s'écarte entièrement du naturaliste, qui en observe seulement l'agrégation régulière ou organique dans les corps doués de leur forme, de leur étendue, et de toutes les propriétés qui dépendent de la perfection comme de la permanence de leur composition ou de leur structure.

Ce n'a donc jamais été que pour se faire entendre relativement aux corps dont il avait à parler, que le chimiste a suivi les distinctions méthodiques des naturalistes ; et tant que sa science peu avancée ne lui a pas permis de se former une marche particulière, il n'avait en effet rien de mieux à faire pour ne pas substituer des fables ou des romans aux faits qui lui manquaient encore. Mais désormais ses pas ne seront plus liés aussi étroitement à ceux des méthodistes en histoire naturelle. Parvenue, par ses dernières découvertes sur les élémens primitifs, au point de pouvoir classer les corps d'après leur nature intime ou le nombre et la proportion de leurs principes constituans, la chimie s'est frayé une route nouvelle ; et sa méthode, enfin indépendante, doit devenir tôt ou tard la bous-

sole de plusieurs branches de l'histoire naturelle, plutôt que de continuer à en paraître un simple accessoire, comme elle avait paru l'être depuis si long-temps.

En comparant, sous ce nouveau rapport de composition intime, tous les corps de la nature les uns aux autres, avec l'intention d'en faire une classification chimique, j'ai trouvé qu'ils pouvaient être partagés en huit classes générales, relativement à la différence même de leurs principes constituans.

Dans la première classe, j'ai placé les corps simples, ou au moins indécomposés jusqu'à présent, et qui se comportent dans nos expériences comme des matières simples. Ce sont, en grande partie, les élémens constituans de tous les autres corps. En considérant les substances qui appartiennent à cette classe, on voit qu'elles sont toutes relatives à la combustion, les unes comme produits, les autres comme conditions, la plupart comme sujets de ce grand phénomène.

Aussi l'ordre que j'ai adopté conduit très-naturellement et très-méthodiquement d'une classe à l'autre, puisque la seconde classe comprend les corps brûlés ou ceux de la première, unis par la combustion à une des matières placées également dans la première classe. Ces corps brûlés ou ces espèces de composés binaires qui forment la seconde classe, et qui se ressemblent tous par leur nature de combustibles plus ou moins saturés d'un même principe, sont les oxides et les acides à radicaux simples ou indécomposés, qu'on nommait autrefois acides minéraux; ils existent dans la nature comme dans l'art.

Dans la troisième classe de corps chimiques, et à

la suite des acides, je range, comme matières qui sont éminemment susceptibles de se combiner avec ces derniers, et qu'il est par conséquent indispensable de rapprocher d'eux, les substances terreuses et alcalines, que je nomme avec Lavoisier bases salifiables, à cause de la propriété qu'elles ont de former les sels avec les acides. Corps presque tous indécomposés jusqu'ici, et se comportant dans les opérations chimiques comme des matières simples, quoique beaucoup d'aperçus annoncent qu'ils ne sont pas tels, leur place dans ma méthode est comme nécessairement déterminée entre les acides et les sels.

La quatrième classe renferme les sels ou les composés chimiques des acides et des bases salifiables. Elle est extrêmement enrichie par les nombreuses découvertes faites depuis vingt-cinq ans. Les corps salins forment aujourd'hui un des ordres les plus importans, les plus chargés en espèces, les plus connus, et qu'il est le plus utile de bien étudier, comme on le verra bientôt.

A la cinquième, appartiennent dans ma méthode les vingt-une substances métalliques connues aujourd'hui, et qui, quoiqu'indiquées et tenant nécessairement une place dans la première classe, comme corps simples ou indécomposés, ont cependant une si grande importance par leurs belles propriétés, par les produits nombreux qu'ils fournissent aux arts, par leurs grands usages dans la société, enfin par l'immense influence que leur examen chimique a eue sur les progrès et sur la dernière révolution de la science, qu'il est impossible de leur refuser un rang séparé et distingué dans l'étude des productions de la nature.

Je compose ma sixième classe de corps, disposés d'après leurs propriétés chimiques ou leur ordre de composition, de tous ceux qu'on nomme fossiles ou minéraux. Pour bien concevoir ma manière de procéder par rapport à cette sixième classe, je dois faire observer que la plus grande partie des matières rangées dans les cinq classes précédentes sont ordinairement regardées comme des minéraux, et placées comme tels dans les divisions minéralogiques. Mais, outre que plusieurs d'entre elles existent dans l'atmosphère ou dans les eaux, qui constituent par leur masse un quatrième règne vraiment distinct de ce qu'on a nommé le règne minéral, la plupart, en formant en effet portion des couches du globe, y sont souvent impures et tellement mélangées ou compliquées dans leur mélange, que les chimistes ne peuvent pas les traiter dans leur état naturel, et que, pour en bien déterminer les propriétés caractéristiques, il faut qu'ils les purifient, qu'ils les travaillent de manière à leur donner une forme, un état véritablement différens de ceux qu'ils avaient dans la nature. D'un autre côté, les fossiles ou les minéraux qui comprennent spécialement les pierres et les mines, et qu'on exploite de cent façons diverses pour les arts, sans être le plus souvent, les unes ou les autres, des matières comprises dans les cinq classes précédentes, au moins dans leur état de pureté, doivent être néanmoins considérées comme des composés ou des mélanges de ces matières, et méritent d'être étudiées en particulier comme des productions utiles. Voilà pourquoi j'en ai fait une classe à part. Cependant leur étude approfondie et leur histoire détaillée forment une des applications spéciales

de la chimie, qu'on nomme minéralogie ; et, sous ce point de vue, elles n'appartiennent que d'une manière générale à la théorie chimique.

La septième classe des corps considérés par leur nature intime, contient les composés organiques végétaux, d'un ordre de composition plus avancée que les fossiles ; les matériaux des plantes doivent être traités en chimie sous le titre de composés végétaux, beaucoup plutôt que sous celui de règne végétal ; dénomination par laquelle on a coutume d'embrasser l'étude ou la description des plantes observées avec tous leurs organes et tout leur appareil de structure, sans détruire leur tissu, sans altérer leur composition.

Enfin la huitième classe est destinée aux composés organiques animaux : ce sont, dans l'ordre des considérations chimiques, les êtres les plus compliqués dans leur composition, ceux qui doivent être les plus difficiles à connaître dans le nombre et la proportion de leurs principes constituans, ceux conséquemment qu'il faut étudier les derniers, et pour l'examen desquels la connaissance de tous les autres est nécessaire.

Ainsi voilà toutes les productions naturelles partagées en huit grandes familles chimiques, disposées dans l'ordre de leur composition ou de leur nature intime, depuis celles qui semblent être formées de l'agrégation des premiers principes isolés, puisqu'elles ne se laissent pas décomposer, jusqu'à celles qui en contiennent le plus dans leur composition. Elles sont placées dans une série qui, tout en les séparant méthodiquement, les lie cependant les unes aux autres, et conduit peu à peu celui qui en étudie les propriétés, des plus simples et

des plus faciles à déterminer de ces productions, jusqu'à celles qu'il est le plus difficile de connaître. Cette méthode n'est ni factice, ni arbitraire dans sa marche générale; elle est fondée sur les résultats généraux de toutes les expériences de la chimie; elle ne peut jamais varier que pour quelques corps en particulier, dans le cas où des découvertes feraient trouver parmi les substances réputées simples des matières composées, ou parmi celles-ci des matières plus compliquées dans leur composition qu'on ne les aurait crues jusque-là C'est enfin une méthode qui, sortant du sein de toutes les connaissances chimiques, et destinée à en réunir le système en un seul faisceau, laisse dans l'esprit des idées comparées, exactes et positives sur la nature de tous les corps.

Ce partage méthodique et régulier des productions naturelles fait la première base de mon système actuel et de l'ouvrage qui en présente l'ensemble; seulement, comme l'examen des minéraux ou des fossiles ne doit pas y être traité avec le détail qu'exigerait un ouvrage d'application, je n'ai ni considéré ces êtres en particulier, ni laissé subsister en quelque sorte leur classe; j'en ai réparti les portions qui appartiennent à la théorie de la science dans différentes sections de cet ouvrage, sans leur donner l'étendue que mériterait une minéralogie proprement dite.

Le système entier des connaissances chimiques renfermées dans ce traité est divisé en huit sections : en voici le dénombrement et les titres.

PREMIÈRE SECTION : Bases de la science chimique; Généralités; Introduction.

SECONDE SECTION : Des corps simples ou indécomposés.

TROISIÈME SECTION : Des corps brûlés oxides ou acides.

QUATRIÈME SECTION : Des bases salifiables terreuses ou alcalines.

CINQUIÈME SECTION : Des acides unis aux bases salifiables, ou des sels terreux et alcalins.

SIXIÈME SECTION : Des métaux en particulier.

SEPTIÈME SECTION : Des composés organiques végétaux.

HUITIÈME SECTION : Des composés organiques animaux.

On voit que sept des classes d'êtres naturels considérés chimiquement font autant de sections du système; que la huitième classe, ou la sixième dans l'ordre de classification que j'ai fait connaître, est remplacée par la première section, consacrée aux généralités de la science, parce que les fossiles ou minéraux qui composent cette sixième classe sont répartis dans les 2e., 3e., 4e., 5e. et 6e. sections, destinées à faire connaître des substances qui, la plupart, sont renfermées dans le globe ou font partie de ses couches.

NOTICE DE LA PREMIÈRE SECTION.

Sur les généralités de la science.

La première section, comme une introduction aux sept suivantes, offre les notions préliminaires de la chimie, les premiers principes de son étude.

Elle est divisée en douze articles :

Le premier expose la définition de la chimie, ses noms divers, ses rapports et ses différences avec les autres sciences; on y discute les diverses définitions et dénominations qu'on lui a données; on lui assigne sa place dans l'ordre philosophique des connaissances humaines; on y fait voir comment elle constitue une science distincte de la physique, de l'histoire naturelle, de la médecine, de la pharmacie, des arts chimiques même les plus importans et les plus étendus.

Le second, sous le titre de divisions et branches de la chimie, fait connaître en quelque sorte les espèces que ce genre de science renferme, la chimie générale ou philosophique, la chimie météorologique, la chimie minérale, la chimie végétale, la chimie animale, la chimie médicinale, la chimie économique ou manufacturière, et la chimie domestique : chacune de ces branches peut être regardée comme une de ses applications dans l'ordre général où je l'ai considérée plus haut.

Le troisième article offre une esquisse historique rapide de la chimie; on y montre sous six époques les grandes révolutions qu'elle a éprouvées; on y énonce les noms et les principales découvertes des hommes qui l'ont fondée

ou enrichie; on s'y arrête sur-tout sur la naissance et la consolidation de la doctrine pneumatique des chimistes français, qui semble avoir fixé le sort de cette science pour quelques siècles.

Le quatrième article traite de la nature chimique des corps, des principes que les chimistes ont admis dans différens temps pour leur composition, des opinions des philosophes anciens à cet égard, des idées de Paracelse, de Beccher, de Stahl, des connaissances plus exactes acquises dans les temps modernes, des différentes espèces de composés, de l'ordre à établir à cet égard. On y prouve que les quatre élémens d'Aristote ne peuvent plus être admis, que les élémens primitifs des corps sont toute autre chose que ce qu'on avait pensé jusqu'ici, qu'on commence à les connaître aujourd'hui, après les longues et antiques hypothèses qui avaient seules régné dans le monde savant.

Le cinquième article considère l'analyse ou la séparation des principes des corps par les procédés de la chimie, comme l'un des moyens par lesquels cette science parvient à son but. J'y distingue un nombre plus considérable d'espèces d'analyses qu'on ne l'avait fait jusqu'ici; je prouve que les idées exactes autant qu'étendues qu'on peut avoir dans la science chimique, dépendent beaucoup de la clarté de celles qu'on prend dans les commencemens de l'étude, et qu'il est très-important de bien saisir toutes les ressources, toutes les difficultés, toutes les différences qui existent dans chaque espèce d'analyse.

Le sixième article présente des considérations analogues sur la synthèse ou combinaison, second moyen

de la chimie ; aussi il peut être plus fréquent encore que le premier, long-temps confondu avec lui, parce qu'il a lieu en même temps, et parce qu'il donne d'ailleurs naissance aux phénomènes les plus compliqués et les plus difficiles à bien concevoir, que présentent les opérations et les expériences de la chimie.

Dans le septième article, dont le sujet commence à se compliquer beaucoup plus que les six premiers, qui ne sont guère que des explications simples et faciles de l'objet, de la nature et du but de la science, j'entre un peu plus profondément en matière, en traitant de l'attraction d'agrégation. Cette force, placée par la nature entre les molécules intégrantes et homogènes des corps qu'elle fait adhérer les unes aux autres de manière à leur donner une consistance variée suivant son énergie, doit être bien connue du chimiste, puisqu'il doit sans cesse la combattre et la détruire pour faire éprouver aux corps naturels les changemens, les modifications qui sont nécessaires aux résultats qu'il veut obtenir.

Dans le huitième article, je trace les vérités les plus générales et les plus remarquables sur l'attraction de composition, que les chimistes nommaient autrefois *affinité*. Pour les rendre plus frappantes et plus méthodiques, j'ai disposé ces vérités comme des phénomènes constans et invariables, comme des lois que la nature s'est imposées dans l'union et la séparation des particules constituantes des composés. Habitué depuis quinze ans à prouver l'existence de huit de ces lois dans mes cours et dans mes élémens, j'ai cru, en donnant ici plus de développement et d'étendue à ces preuves, devoir ajouter deux nouvelles lois aussi générales, aussi

importantes que les huit premières. Une longue expérience m'a fait voir que cette manière d'étudier la force naturelle qui opère toutes les actions chimiques, d'analyse ou de synthèse, était bien préférable, dans le simple énoncé des faits généraux qui la caractérisent, à ces longues dissertations sur la cause et les différences de cette force, qui ne sont propres, ou qu'à montrer l'impuissance où l'on est encore de l'expliquer, ou qu'à égarer, dans un dédale de faits sans suite et sans liaison, les pas de celui qui étudie.

Depuis l'impression de cet ouvrage, le citoyen Berthollet a communiqué à l'Institut un long travail sur les affinités chimiques. Il y considère les variations qu'elles éprouvent par la masse ou la quantité différente ou proportionnelle des corps qu'on fait agir les uns sur les autres ; il fait voir qu'une matière mise avec un composé change, dans son action sur celui-ci, suivant la quantité dans laquelle on l'emploie ; que lorsqu'on l'augmente, elle tend à opérer une décomposition qu'elle n'eût point opérée, si elle avait été en quantité moindre ; et qu'ainsi les termes fixes des effets qui se passent entre des corps ne doivent être décrits ou indiqués qu'à des proportions déterminées entre ces corps. Ces recherches, d'ailleurs très-utiles aux applications de la science aux arts dans lesquels il s'agit de produire des effets constans, ne doivent rien changer aux principes de cette science sur les attractions chimiques, puisque les lois de celles-ci ne sont exposées qu'en supposant des quantités exactes, constantes et bien déterminées, comme des températures et en général des circonstances données.

Le neuvième article est destiné à montrer l'existence des phénomènes chimiques dans la nature et dans l'art. Comme le but unique de la chimie, dans son étude et sa culture, est de servir les hommes, soit en leur dévoilant les secrets de la philosophie naturelle, soit en leur apprenant à modifier les propriétés des corps pour les rendre plus immédiatement utiles à leurs besoins, il fallait faire voir que toute cette science était fondée sur la connaissance profonde d'une force qui agite les molécules des corps, par laquelle la nature produit une grande partie de ses phénomènes, et que l'art, en imitant la nature, sait aussi mettre en jeu pour approprier ses productions à nos usages. Il fallait placer la chimie au rang qu'elle doit occuper parmi les sciences physiques, et lui assigner son véritable département dans les connaissances humaines.

Le dixième article contient une définition succincte des principales opérations de la chimie. Quoique cet ouvrage n'embrasse point la pratique ni le manuel de la science, puisqu'il est consacré à en faire parcourir seulement toute la théorie, il m'eût été impossible de me faire entendre dans les descriptions de quelques expériences que j'y ai insérées dans plusieurs articles, sans cette définition préliminaire. Mais elle n'est véritablement qu'une espèce de nomenclature faite pour donner l'intelligence des dénominations qu'on est sans cesse obligé d'employer dans l'énoncé des propriétés chimiques. C'est pour cela que j'y ai compris trente-huit opérations différentes, quoiqu'il soit possible de beaucoup diminuer ce nombre en simplifiant et généralisant les idées ; mais ce n'était pas là mon objet.

Dans le onzième article, je représente la classification chimique des corps, que j'ai adoptée, parce que, quoique déja énoncée dans ce discours, elle devait cependant faire partie des généralités de la chimie, et parce qu'elle forme la clef de tout le système suivi dans l'ouvrage. D'ailleurs, cette division, cette classification des corps est traitée dans ce onzième article de la première section, en quelque sorte sous un autre mode, d'une manière plus didactique, plus précise et plus serrée que je ne viens de le faire ici : elle y est liée plus intimement avec tout l'ensemble de l'ouvrage ; elle en fait dans cette place une portion immédiate ; elle y est, en un mot, comme suite nécessaire et comme pièce indispensable.

Enfin, le douzième et dernier article de la première section la termine par l'énoncé des bases principales de la nomenclature méthodique adoptée depuis 1787, ainsi que des nouveaux signes ou caractères substitués aux hiéroglyphes anciens. J'y fais voir combien les noms actuels s'accordent avec les faits, comment ils favorisent et simplifient l'étude de la science par leur clarté, leur précision, leur accord avec les choses même qu'ils sont destinés à exprimer ; j'y donne la marche qui a été suivie pour la création et la rédaction de cette nomenclature, son esprit et ses principes, et non ses détails ou ses termes particuliers ; j'insiste sur le mérite du langage qu'elle a fait naître, et sur l'importance dont il est pour les progrès ultérieurs de la chimie.

NOTICE DE LA SECONDE SECTION.

Sur les corps simples ou indécomposés.

La seconde section roule sur la nature et les propriétés chimiques des corps simples. Elle renferme, comme on voit, la première classe des corps divisés chimiquement. Elle répond en quelque sorte à ce que les anciens chimistes nommaient des principes ou des élémens, puisque les matières qui y sont examinées ne sont pas décomposables, et puisqu'elles forment véritablement les principes constituans de tous les composés.

Ces corps sont en même temps les premières, les plus générales productions de la nature, et les produits derniers, les termes extrêmes des décompositions opérées par l'art. Comme productions naturelles, ils sont pour la plupart très-abondamment répandus sur le globe, et ils offrent chacun une sorte de vaste réservoir où les matériaux primitifs de toutes les compositions sont entassés. Comme produits ultimes de la décomposition, ce sont des matières que le chimiste rencontre à chaque pas qu'il fait dans la carrière analytique où il est engagé. Sous tous les rapports, ils devaient être placés et examinés en première ligne dans la série méthodique des êtres.

La seconde section du système chimique, qui renferme l'histoire de ces corps simples, est divisée en douze articles. Le premier contient des considérations générales sur ces corps, sur leur dénombrement, sur leur

classification. J'y remarque sur-tout que tous ces êtres simples ou indécomposés, (car le mot *simples* n'est pris ici que d'une manière relative et n'a rien d'absolu,) ont des rapports immédiats avec la combustion; qu'ils appartiennent à l'histoire de ce grand phénomène, soit qu'ils offrent des produits, soit qu'ils en fournissent la source générale, soit qu'ils en représentent les sujets. En effet, la plupart de ces corps jouissent de la propriété combustible; l'un d'eux se fixe ou se précipite constamment dans les premiers, tandis qu'ils brûlent; l'autre se sépare sous une double forme pendant cette combinaison, et produit ce que tous les hommes appellent le feu. Voilà donc toute la seconde section de mon système chimique roulant sur le phénomène de la combustion; en telle sorte que si son titre, comme celui de toutes les sections suivantes, ne devait pas exprimer dans ma méthode la nature des corps qui y sont traités, elle pourrait être exactement intitulée, *histoire de la combustion.*

Après ces généralités de l'article premier, les onze articles suivans contiennent successivement l'examen chimique des onze genres de corps simples; savoir, la lumière, le calorique, l'oxigène et l'air, l'azote, l'hidrogène, le carbone, le phosphore, le soufre, le diamant et les métaux. Ces corps sont disposés, les trois premiers en raison de leur grande masse dans la nature, de la manière dont ils frappent nos organes, de la forte et continuelle action qu'ils exercent, en un mot de la généralité de leur existence et de leur rôle dans l'économie naturelle; tels sont la lumière, le calorique, l'oxigène: les deux suivans, l'air et l'azote,

d'après leur analogie et leur espèce d'indépendance avec les derniers des précédens ; les six derniers, d'après le rang d'attraction qu'ils ont pour l'oxigène, ou suivant l'énergie de leur combustibilité. Tous sont donc respectivement arrangés dans une série rapprochée le plus qu'il m'a été possible de l'ordre naturel, et en même temps des propriétés chimiques.

L'histoire de chacun de ces corps est traitée avec autant d'étendue et de détails que leur importance l'exige. Les propriétés physiques, l'état divers où la nature les présente, les combinaisons qu'ils forment entre eux, leurs usages, l'influence même que les découvertes qui leur sont relatives ont eue sur la raison et la prospérité des hommes : voilà ce qui constitue cette histoire particulière des corps simples. La manière particulière dont chacun d'eux est susceptible de brûler, les divers degrés de leur combustion, de leur oxidation ou de leur acidification, les phénomènes différens de flamme, de chaleur, de mouvement qui en accompagnent la combustion ; les degrés divers de température où elle a lieu, les résultats variés qu'elle donne, sont sur-tout ce qui m'occupe avec le plus de soin parmi les propriétés de ces corps, parce que ce sont celles qui inspirent le plus d'intérêt dans l'état actuel de la chimie.

Quoique je n'aie pas épuisé tout ce que la science possède de connaissances sur ces premiers êtres non susceptibles de décomposition, je dois dire que l'exposé de leurs propriétés comprend beaucoup plus de détails, et sur-tout des choses plus précises qu'aucun ouvrage de chimie n'en présente encore. Au reste, cette assertion étant applicable à l'histoire chimique de tous les

autres corps, et par conséquent à tous les articles de cet ouvrage, je ne me la suis permise ici que parce qu'il s'agit de la section où, pour la première fois, quelques corps naturels sont examinés en particulier. On peut sur-tout faire cette observation à l'égard de l'oxigène et du gaz oxigène de l'air, de l'azote et du gaz azote, du phosphore.

L'histoire du carbone et du diamant s'est enrichie de quelques faits depuis la rédaction et l'impression du premier volume de mon ouvrage. Les belles expériences des citoyens Guyton et Clouet ont prouvé l'identité de la base de ces deux corps, non seulement par l'acide carbonique, produit certain de la combustion du diamant comme de celle du carbone, mais encore par l'acier que forme le premier de ces corps aussi facilement et peut-être plus que le second, en le chauffant avec le fer pur. La proportion d'oxigène qu'exige le diamant pour brûler, et qui va à quatre fois son poids, tandis que celle qu'il faut au charbon est de 2.527 pour un, la quantité d'acide carbonique qu'il fournit, ont confirmé le soupçon qu'avaient déja quelques chimistes, que le charbon était un véritable oxide de carbone, en raison de la portion d'oxigène qu'il contient, tandis que la matière du diamant est le carbone pur, jouissant seulement d'un degré de condensation et d'agrégation supérieures à celle de tous les autres corps connus. Ce fait, qui n'était qu'annoncé dans les articles de ces deux corps, et qui paraît exiger que ces matières, le diamant et le carbone, soient désormais rangées dans le même article et n'en fassent plus qu'un, prouve encore que la couleur noire, l'opacité parfaite, et

toutes les nuances de propriétés physiques qui en dépendent, ne sont point des caractères du carbone, mais bien de son oxide. Cela explique la couleur blanche des matières végétales les plus remplies de carbone, le noir qu'elles ne prennent que par une oxidation et un déshidrogénation, la transparence parfaite du diamant, l'espèce de suie que Lavoisier a le premier décrite, et que j'ai observée il y a long-temps à la surface des diamans brûlés en partie, et interrompus dans leur combustion. On verra, dans l'histoire des métaux, qu'il y a des états du carbone intermédiaire entre celui du diamant et celui du charbon, où il contient moins d'oxigène que ce dernier, 0.03 ou 0,04, et qui sont des espèces d'oxidules. Leurs caractères sont de brûler très-difficilement, seulement à une haute température, de s'éteindre quand cette température s'abaisse, de produire avec le zinc et l'argent l'irritation galvanique, que ne produisent ni le diamant ni le charbon. Tels sont la plombagine ou carbure de fer, l'anthracite ou carbure d'alumine, quelques charbons animaux, le charbon lui-même fortement chauffé.

Quant à l'article des métaux, il faut bien se rappeler qu'ils ne sont placés dans la seconde section que pour les rapporter à la première classe des corps simples et combustibles, pour les montrer comme appartenant à cette série de corps; pour prouver, par l'exposition de leur combustibilité, qu'ils ne peuvent être placés dans aucune autre classe de corps. Leur importance, leurs grands usages, leur nombre de vingt-une espèces, et la quantité considérable de combinaisons qu'ils sont susceptibles de former, exigent d'ailleurs

que leur histoire soit faite en particulier ; elle est traitée, avec le grand développement qu'elle exige, dans la sixième section de cet ouvrage.

NOTICE DE LA TROISIÈME SECTION.

Sur les corps brûlés oxides ou acides.

Il était très-naturel de traiter des corps brûlés, après avoir examiné les corps combustibles ; et comme dans l'ordre ou la classification chimique des productions de la nature ces corps forment la seconde classe, leur histoire devait former la troisième section de mon ouvrage. Aussi porte-t-elle pour titre : *Des corps brûlés oxides ou acides.*

Elle est divisée en seize articles.

Le premier a pour objet l'examen de la combustion ou du phénomène qui donne naissance à ce genre de produits dans la nature comme dans l'art ; il retrace en résumé rapide toutes les données déja exposées dans la section précédente ; il en généralise les résultats par rapport à la nature des corps brûlés, qui se trouvent divisés en oxides ou en acides ; il donne la définition de ces deux genres de produits : les premiers y sont divisés en oxides permanens définitifs ou restant toujours tels, et en oxides passagers, intermédiaires entre l'état de combustibles et celui d'acides. J'y fais voir de plus que les oxides du premier genre peuvent être à divers degrés d'oxidation, que ceux des mêmes corps combustibles varient entre eux par la proportion d'oxigène qu'ils contiennent. J'ajouterai ici

que, pour mieux distinguer ces différens oxides les uns des autres, les chimistes pourront adopter utilement la dénomination d'*oxidules*, proposée, à l'instar de celle d'acidules, par le citoyen Haüy, et par laquelle il représente les métaux les plus légèrement brûlés dans la nature.

Le second article est consacré à l'examen chimique de l'eau ou de l'oxide d'hidrogène, l'un des plus permanens dans le premier genre de ces corps. Je la considère dans ses divers états naturels, dans ses principales propriétés physiques, sa pesanteur, sa limpidité, son niveau, sa cristallisation, ses caractères en glace, sa fusibilité, sa vaporisation, sa vapeur formée, condensée, etc. Je la combine ensuite avec la lumière, le calorique, et, à cette occasion, j'examine sa fusion, son ébullition, sa dilatation, sa gazéité; phénomènes sur lesquels je donne des notions que je crois plus claires, quoique beaucoup plus précises que ce qu'on a écrit jusqu'ici sur cet objet. Viennent ensuite les combinaisons de l'eau avec l'oxigène, l'air, l'hidrogène gazeux, son action sur le carbone, le phosphore, le soufre, les gaz hidrogènes carboné, phosphoré, sulfuré, à chaud et à froid, sur les métaux, et par conséquent l'histoire de sa décomposition. On voit ici que je suis, dans l'exposé des unions ou actions chimiques, l'ordre constant des corps déja traités; j'en use de même à l'égard de tous les autres corps. Je termine cet article par un aperçu sur les usages et le rôle de l'eau dans la nature, ainsi que sur ses rapports si intimes avec une foule d'autres connaissances, et en général avec le perfectionnement de la raison humaine.

Dans le troisième article, je parle des diverses espèces d'oxides métalliques et non métalliques, tous subordonnés à l'eau par moins de permanence dans leurs combinaisons, et par moins d'attraction entre leurs radicaux et l'oxigène. Ces composés ne sont placés ici en quelque sorte que provisoirement, et pour offrir une série exacte dans la connaissance des oxides ; car leur histoire détaillée appartient, soit à la section des métaux, soit à celle des composés organiques végétaux ou animaux. Aussi je ne les considère que d'une manière générale, et pour comparer leurs propriétés à celles de l'eau : j'indique leurs divers états, l'altération qu'ils éprouvent par la lumière, le calorique, l'hidrogène, le carbone, le phosphore, le soufre, les métaux et l'eau elle-même. Les oxides passagers de carbone, d'azote, de phosphore, de soufre, et les oxides compliqués, ou à radicaux binaires, d'hidrogène et de carbone sont ensuite indiqués, et j'en tire une division générale de tous ces corps en quatre genres, faite pour éclairer la plupart des articles suivans.

L'article quatrième a pour sujet la classification générale des acides, et présente sur l'acidification des vues et des résultats qui font aujourd'hui une des bases les plus importantes de la théorie chimique, presqu'entièrement négligée néanmoins, ou même oubliée dans la plupart des ouvrages modernes. La définition de ces corps, leur acidité due à l'oxigène, la distinction particulière de ceux qui ont pour radicaux les combustibles simples, traités dans la section précédente ; leur état souvent double d'acidité, suivant la proportion de l'acidifiant, les règles de nomenclature destinées à exprimer

la nature et l'état de chacun d'eux; les caractères génériques de ces composés brûlés, pris, soit dans leurs propriétés physiques, soit dans leur action réciproque sur tous les corps précédemment examinés; enfin les diverses méthodes de les classer, soit d'après leur décomposition ou leur non décomposition, soit sous le rapport de leur état gazeux, liquide et solide, soit en raison de leur énergie, soit enfin par l'attraction diverse de leurs radicaux pour l'oxigène, dernier mode que j'adopte, parce qu'il me guide dans le plus grand nombre de mes divisions secondaires : tels sont les matériaux de ce quatrième article de généralités.

Dans le cinquième, je m'occupe de l'acide carbonique, placé le premier des acides à cause de la forte attraction du carbone pour l'oxigène : de là l'histoire de sa découverte, des noms divers qu'il a reçus, de ses états gazeux, liquide et solide dans la nature, où il est abondamment répandu; des moyens multipliés de l'obtenir artificiellement; de ses propriétés caractéristiques sous la forme de gaz; de ses combinaisons avec tous les corps simples examinés avant lui; de son union avec l'eau et avec quelques autres oxides; de l'acide carbonique devenu liquide par sa condensation dans l'eau; des eaux acidules naturelles et artificielles; enfin des usages de cet acide et des nombreuses applications utiles, soit à la philosophie de la nature, soit à la prospérité sociale, dont la découverte et la connaissance de ses propriétés ont été la source féconde. Le résultat général des détails contenus dans cet article prouve que l'acide carbonique, quoiqu'un des derniers découverts, est cependant l'un des mieux connus, et l'un de ceux qui ont eu l'inflence la plus grande sur les progrès et le renouvellement de la science.

Les articles sixième et septième offrent l'histoire des acides phosphorique et phosphoreux. Il n'y a que quelques années encore que ces deux acides étaient confondus l'un avec l'autre. Quoiqu'il fût facile de reconnaître, à l'aide des propriétés diverses que les chimistes annonçaient dans leurs combinaisons, la différence qui existait entre eux, on n'avait point alors une idée précise de la distinction qu'il fallait établir entre ces deux acides. Ici la disparate et l'espèce de contradiction qui régnaient autrefois entre ses composés, a tout à fait disparu, parce qu'on a bien saisi, d'après les expériences modernes, les deux modifications de l'acide du phosphore dépendantes de sa combustion différente.

L'acide phosphorique est placé le second dans l'ordre des acides, parce que le phosphore vient immédiatement après le carbone dans son attraction pour l'oxigène. Je donne d'abord l'histoire abrégée des découvertes qui lui sont relatives depuis Stahl jusqu'à M. Tennant. J'en considère ensuite l'existence dans la nature, ses divers moyens de fabrication, ses divers états solide et vitreux, mou, gélatineux et liquide, ses diverses propriétés physiques, et ses rapports chimiques avec la lumière, le calorique, l'oxigène, l'azote, l'air, l'hidrogène, le carbone, le phosphore, le soufre, le diamant, les métaux, l'eau, et l'acide carbonique; corps qui tous ont été étudiés dans le même ordre avant l'acide phosphorique. Enfin j'en indique les principaux usages.

L'acide phosphoreux est traité dans le même ordre et avec le même soin. J'insiste sur-tout sur sa différence d'avec l'acide phosphorique, sur ses caractères distinctifs, spécialement sur la flamme phosphorique qui s'al-

lume à sa surface lorsqu'on le chauffe assez long-temps et assez fortement, sur les diverses manières de l'obtenir, sur son changement en acide phosphorique par divers procédés oxigénans, enfin sur ses attractions et son emploi qui le distinguent encore de l'acide phosphorique. Je dois dire ici que c'est la première fois que les deux acides du phosphore ont été traités avec ce détail et cette méthode dans un ouvrage de chimie systématique, et que j'en ai rédigé en conséquence les deux articles avec toute la clarté dont ils m'ont paru susceptibles.

Les articles huitième et neuvième contiennent l'examen des acides sulfurique et sulfureux. Le premier de ces acides est le troisième de ces corps, par rapport à l'attraction du soufre pour l'oxigène; le sulfureux le suit immédiatement comme une sorte de dépendance qui exige qu'on ne le sépare jamais. Après les noms variés de l'acide sulfurique, après une esquisse historique rapide des travaux chimiques qui le concernent, je l'étudie dans son histoire naturelle, sa préparation, soit extraction, soit formation totale par l'art, ses propriétés physiques, et les effets des attractions qu'exercent sur lui tous les corps qui le précèdent, en m'arrêtant sur ceux du calorique, de l'air, du carbone et de l'eau, matières dont l'action est la plus importante à déterminer avec précision. Je fais voir ensuite les grands avantages que retire la philosophie naturelle de la connaissance exacte de cet acide, les utilités dont il est pour la médecine et les arts. D'après les travaux de Lavoisier et du citoyen Berthollet sur la nature de cet acide, j'en ai indiqué la composition comme formée

de 0.71 de soufre, et de 0.29 d'oxigène. Je dois ajouter ici que le citoyen Thénard, chimiste habile, employé à l'école polytechnique, vient de trouver, par de nouvelles recherches, faites sur-tout en brûlant le soufre par l'acide nitrique, que 100 parties d'acide sulfurique contiennent 55.56 de soufre, et 44.44 d'oxigène.

Quant à l'acide sulfureux, j'en expose l'histoire avec d'autant plus de détails et de soin que, quoique connu et employé depuis long-temps, cet acide est encore une des matières les moins soignées, les moins bien traitées dans le plus grand nombre des ouvrages de chimie. Son nom, son histoire, son existence dans la nature, ses procédés de fabrication, soit en brûlant légèrement du soufre, soit en décomposant partiellement l'acide sulfurique, ses propriétés physiques, son état gazeux et liquide, ses combinaisons variées avec les corps déja traités avant lui, ses usages dans les arts et en médecine, ses rapports avec les progrès de la science : voilà ce qui constitue l'article neuvième, qui lui est consacré.

L'article dixième est réservé à l'acide nitrique, l'un des plus employés, l'un des plus énergiques, et l'un des plus utiles réactifs que les chimistes aient aujourd'hui à leur disposition, et en même temps l'un des corps les mieux connus et les plus fertiles en découvertes depuis la révolution heureuse que la science a éprouvée dans ces dernières années. Cet acide mérite, sous tous les rapports, d'être étudié avec le plus de soin et d'étendue : aussi je n'ai épargné ni l'un ni l'autre pour faire connaître l'acide nitrique.

Sa synonymie, son historique abrégé, son existence

naturelle, sa formation par l'étincelle électrique agissant sur 0.20 degrés d'azote et 0.80 de gaz oxigéné mêlés, son extraction des nitrates natifs par les attractions chimiques, ses apparences et ses propriétés physiques, sa pesanteur, sa saveur, sa couleur et sa vapeur blanches, son odeur âcre et nauséeuse, sa décomposition par la lumière, sa volatilisation et sa décomposition par le calorique accumulé entre ses molécules, sa propriété de dégager l'azote élastique des matières animales, l'absorption de l'eau atmosphérique qui l'affaiblit, son action enflammante sur les corps combustibles simples, la décomposition lente ou rapide qu'il éprouve par ces corps, leur conversion en acides par son propre oxigène qui l'abandonne plus ou moins abondamment, son union avec l'eau solide ou liquide, avec les divers oxides, ses rapports de force et de nature avec les acides qui le précèdent, sa différence de ces premiers par la facilité de la désunion de ses principes, l'examen de l'espèce d'oxide qui s'en dégage en gaz lorsqu'il est à demi-décomposé ou désacidifié par les corps combustibles (oxide connu sous le nom de gaz nitreux, et qui est devenu, d'après les découvertes modernes, un des agens les plus utiles pour une foule d'expériences, et notamment pour l'analyse de l'air ou l'eudiométrie); enfin l'exposé succinct des usages de l'acide nitrique et des services qu'il a rendus à la science : tels sont les objets qui composent l'article dixième de cette section.

Je suis avec le même soin et la même méthode les propriétés de l'acide nitreux dans l'article onzième. Longtemps méconnu par les chimistes sous le nom d'*esprit de nitre rutilant*, et pris pour l'acide du nitre, d'autant

plus pur et énergique qu'il avait une couleur plus foncée et qu'il répandait une vapeur rouge plus abondante, cet acide n'a été bien distingué du précédent que depuis la consolidation de la doctrine pneumatique. Je fais voir successivement comment il se forme, comment on le fabrique, soit en exposant de l'acide nitrique à la lumière, soit en le décomposant lentement par un métal, soit en y dissolvant du gaz nitreux qu'il absorbe rapidement; je prouve qu'il diffère ou varie beaucoup suivant la proportion diverse de cet oxide qu'il contient, et qu'il n'est jamais identique, comme l'est, par exemple, l'acide sulfureux; qu'il en est saturé lorsque 100 d'acide nitrique ont pris 90 de gaz nitreux; qu'alors il est sous la forme de vapeur rouge, presqu'incoercible, saturée d'eau, très-volatile, facile à séparer d'avec l'acide nitrique, qui la condense. J'examine les effets de la lumière, de l'oxigène, de l'azote et de l'air sur cet acide nitreux; sa décomposition plus prompte encore que celle de l'acide nitrique par les corps combustibles, raison de la grande quantité de calorique qui lui est unie dans cet état nitreux; je décris ses rapports avec l'eau, les oxides, les acides dont l'histoire a précédé la sienne, sa propriété de faire passer à l'état d'acide phosphorique et d'acide sulfurique les acides phosphoreux et sulfureux; enfin j'indique brièvement ses usages et son influence sur les progrès de la science. C'est sur-tout par la lecture attentive et l'étude réfléchie de ces deux articles, comparés à ce qui a été écrit jusqu'ici sur l'acide du nitre dans les nombreux ouvrages de chimie, même dans les temps les plus modernes, qu'on pourra reconnaître le point où est parvenue cette science dans la

doctrine pneumatique française, et l'extrême clarté que ses principes sont susceptibles de répandre sur les phénomènes de la nature et de l'art.

Dans l'article douzième, j'annonce rapidement les propriétés générales des acides métalliques. Sur vingt-un métaux connus, quatre seulement sont susceptibles de s'acidifier. Ces acides, analogues aux sept précédens par leur genre de composition bien connue, leur sont seulement ici comparés dans leurs propriétés; je les en distingue par leur état pulvérulent, leur saveur âpre et métallique, leur décomposition plus facile, le peu de dissolubilité de la plupart, leur retour prompt à l'état d'oxides, état qui précède constamment leur acidité. Au reste, ces quatre acides ne sont qu'énoncés dans cet article, destiné à compléter la série de ceux de ces composés bien connus par l'analyse et la synthèse. Leur histoire détaillée doit être reprise dans la section consacrée en particulier aux substances métalliques.

L'article treizième commence une autre série d'acides, rapprochés des précédens par le plus grand nombre de leurs propriétés, mais qui en diffèrent néanmoins singulièrement par leur nature inconnue, par l'impossibilité où l'on a été jusqu'ici de les décomposer et de les recomposer de toutes pièces. L'acide muriatique, sujet particulier de l'article dont je parle, est mis à la tête de cette série, parce qu'il s'approche de ceux qui le précèdent par l'énergie de ses attractions. Toujours compté jusqu'ici parmi les acides minéraux, et presque constamment associé à l'acide nitrique, on l'avait regardé autrefois comme une de ses modifications, tant à cause de plusieurs de ses effets, que par rapport

à sa coexistence avec cet acide dans les mêmes lieux : aussi avait-il porté dans les premiers temps le nom d'*eau-forte*, comme ce dernier acide ; et l'on trouve encore une trace de cette ancienne dénomination dans le titre de *distillateurs d'eaux-fortes*, que continuent à exposer au-devant de leurs ateliers les hommes qui préparent ces deux espèces d'acides. Dans l'histoire de l'acide muriatique j'ai suivi la même marche que dans celle des acides précédens. Les noms variés qu'il a eus à diverses époques, l'art de l'extraire ou de l'obtenir des muriates, ses deux états gazeux et liquide, les propriétés physiques et chimiques de son gaz et de sa dissolution dans l'eau, son action spécifique sur quelques oxides, sur l'acide nitrique ; quelques aperçus sur sa nature intime, ses usages, se succèdent tour à tour dans cet article.

Depuis l'impression de cette partie de mon ouvrage, le citoyen Berthollet a fait connaître, dans un mémoire lu à l'Institut, une suite d'expériences sur la formation artificielle de l'acide muriatique, d'où il résulterait que cet acide est un composé d'azote, d'hidrogène et d'oxigène. Il a observé que dans beaucoup de cas où l'acide nitrique est décomposé en même temps que l'eau, il se forme de l'acide muriatique ; et il a cité spécialement pour principales circonstances de cette formation la décomposition du nitre par le feu, l'absorption du gaz nitreux par la dissolution de sulfate de fer, la dissolution du fer dans l'acide nitrique, lorsqu'on y ajoute une seconde fois de la limaille de fer. Il se sert de la dissolution de nitrate d'argent versée dans les liqueurs provenant des expériences indiquées pour prouver la

présence de l'acide muriatique formé par le précipité de muriate d'argent qu'elle produit : mais ces expériences ne peuvent encore être regardées que comme des aperçus propres à mettre sur la voie de la connaissance de l'acide muriatique, et elles ne sont pas suffisantes pour décider la nature de cet acide. J'adopte ce résultat, 1°. parce que la quantité d'acide muriatique qu'on peut croire formée dans ces circonstances est si petite, qu'elle est inappréciable ; 2°. parce qu'il n'y a aucun rapport entre cette très-petite quantité d'acide formée, et la grande quantité des matériaux qui ont servi à la former ; 3°. parce que cette même petite proportion d'acide qu'on croit formée peut très-bien précipiter dans les matières employées, et avoir échappé aux premières recherches ; 4°. parce qu'il n'y a rien dans les expériences citées qui puisse éclairer sur la proportion relative des trois principes admis dans l'acide muriatique ; 5°. parce qu'il n'y a encore aucun fait connu sur la décomposition de cet acide, qui, comme composé ternaire, semblerait devoir être bien plus décomposable qu'il ne l'est réellement. J'ajoute à ces premières raisons, que le citoyen Berthollet paraît n'être pas encore entièrement convaincu du résultat de ses recherches à cet égard, puisqu'il ne leur a pas encore donné la publicité que semble réclamer une pareille découverte, à cause de la grande influence qu'elle doit avoir sur toutes les parties de la chimie. On peut donc conclure de ces considérations que la nature de l'acide muriatique n'est pas encore connue, et qu'il est encore dans la classe des composés dont l'analyse n'est pas faite.

A la suite de l'acide muriatique, et dans l'article quatorzième, vient l'acide muriatique oxigéné. Acquisition encore nouvelle dans la chimie, c'est aux chimistes français qu'on doit la véritable connaissance de ce corps, qui est devenu un des plus puissans et un des plus utiles agens qu'on puisse employer dans les procédés analytiques. De toutes les propriétés qui caractérisent l'acide muriatique, il n'en est pas qui le distinguent plus éminemment de tous les autres acides que celle de pouvoir décomposer plusieurs corps brûlés et leur enlever une portion de leur oxigène, avec lequel il se combine. Dans cette combinaison, il acquiert des qualités nouvelles que je parcours avec ma méthode ordinaire dans cet article, c'est-à-dire, en le mettant en contact avec tous les corps examinés auparavant, et disposés dans l'ordre où j'ai considéré ceux-ci. J'examine, et son état de gaz, et son état liquide, et son état solide cristallin. Je le présente décomposé par la lumière, agissant sur la plupart des corps combustibles comme un puissant oxigénant, s'unissant difficilement à l'eau, et s'éloignant beaucoup par là de l'acide muriatique, qui le dégage lui-même de cette combinaison; détruisant par son effet oxigénant un grand nombre de couleurs et d'odeurs; portant sur nos organes une action rapide et analogue à celle de plusieurs causes morbifiques; offrant, en un mot, aux chimistes une espèce de réactif, qu'on peut représenter comme de l'air extrêmement condensé ou occupant un très-petit volume; enfin, j'en indique les principaux usages et j'annonce qu'il deviendra une des armes les plus utiles que les médecins puissent employer pour combattre plusieurs maladies graves.

Les deux derniers articles de la troisième section, le quinzième et le seizième, traitent des acides fluorique et boracique, ignorés encore dans leurs principes constituans, comme l'acide muriatique, et formant avec lui la courte série des trois acides inconnus. Ils sont d'ailleurs bien distingués de tous les autres, avec lesquels plusieurs chimistes ont vainement cherché à leur trouver des rapports de nature intime ou même de prétendues analogies de propriétés.

Le premier, l'acide fluorique, étudié dans l'état de gaz et sous la forme liquide, se présente bien caractérisé par son odeur, sa pesanteur, son action sur les pierres dures, sur le verre, sa faiblesse comparée à l'énergie de plusieurs des précédens, son entière inaction sur les corps combustibles, ainsi que l'inaltérabilité et la résistance qu'il oppose lui-même à leur activité.

Le second, l'acide boracique, l'un des plus faibles de tous, se distingue sur-tout par sa forme solide et cristalline, la faiblesse de sa saveur et de ses attractions, sa fixité et sa vitrifiabilité, son peu de dissolubilité dans l'eau, sa nullité absolue d'action sur les combustibles simples. En décrivant toutes ses propriétés, je n'ai point oublié de faire mention même des essais infructueux qui ont été tentés jusqu'ici pour connaître la nature de cet acide, ni de l'opinion d'un physicien moderne qui, d'accord à cet égard avec quelques-unes des idées anciennes, le regarde comme une modification de l'acide muriatique.

Le tableau que je viens de tracer de l'ordre que j'ai adopté pour l'exposition des propriétés des corps brûlés

oxides ou acides, pour leur disposition respective, ainsi que pour l'histoire de chacun d'eux en particulier, doit prouver, quand on le compare à la marche de tous les ouvrages écrits jusqu'aujourd'hui, qu'aucun de ceux-ci ne ressemble au mien; que cette partie forme un ensemble qui n'avait point encore existé dans la science; que tout y est lié par des rapports dont la doctrine pneumatique seule pouvait fournir l'idée et les matériaux; que les faits nouveaux, dus pour la plupart aux découvertes modernes, y sont enchaînés aux anciens, et dans une dépendance mutuelle les uns des autres; que les attractions, soit entre les principes constituans de ces corps brûlés, soit entre leur composition entière et les autres corps, forment la base de leur classification; enfin, qu'il résulte de toutes ces considérations réunies un accord entre les vérités qui doit frapper les esprits de ceux qui étudient, et leur laisser des notions exactes autant qu'une impression durable.

NOTICE DE LA QUATRIÈME SECTION.

Sur les bases salifiables, terres et alcalis.

La quatrième section a pour titre : *Des bases salifiables, terreuses et alcalines.* Elle est en effet occupée par l'histoire chimique des terres et des alcalis, matières qui ne pouvaient être traitées ailleurs qu'à la suite des acides, parce qu'elles ont avec eux de grandes affinités; parce qu'on les trouve presque toutes et presque toujours unies à ces composés; parce qu'enfin elles forment, dans ces combinaisons, les productions

de la nature et de l'art les plus fréquentes, dont on ne peut ignorer l'existence et les caractères sans perdre les plus importantes ressources de la science.

On a vu plus haut que les terres et les alcalis formaient la troisième classe des corps considérés chimiquement ; que la plupart, quoiqu'indécomposés, annonçaient aux chimistes, qui les traitent souvent dans leurs opérations, et par un assez grand nombre de phénomènes, un ordre de composition beaucoup plus manifeste qu'on ne peut même le soupçonner dans les matières indécomposées formant la première classe. J'ajouterai ici à cette notion générale, que plus on avance et plus on fait de progrès dans l'examen des substances terreuses et alcalines, plus le soupçon de leur composition se fortifie, au lieu que l'idée de simplicité va toujours en se confirmant, en s'augmentant même à mesure qu'on s'occupe davantage des propriétés des corps de la première classe.

Les terres et les alcalis sont nommés ici *bases salifiables* d'après Lavoisier, parce que leur propriété la plus saillante, leur caractère le plus prononcé se montrent dans la tendance qu'ils ont pour former les sels par leur union avec les acides ; parce qu'il n'y a pas de sels proprement dits sans cette union, et par conséquent sans leur présence ; parce qu'enfin ils déterminent la formation et la nature salines par cette combinaison même.

Cette quatrième section est partagée en quatorze articles.

Dans le premier, je considère les bases salifiables en général, j'en donne une définition étendue, j'en présente

la classification, et je m'occupe des terres en particulier. Après avoir défini celles-ci, et fait voir en quoi consiste le caractère terreux, je prouve que les idées anciennes sur une terre élémentaire sont de véritables chimères; que plus on fait de progrès dans l'étude des terres, plus on en trouve le nombre multiplié. Je distingue ensuite six matières terreuses bien différentes les unes des autres et bien caractérisées : je les divise en terres arides ou terres proprement dites, au nombre de quatre espèces, la silice, l'alumine, la zircone et la glucine, et en terres alcalines, dont on connaît deux espèces, la magnésie et la chaux. Leur disposition respective est fondée sur leur attraction pour les acides, de sorte que la première de toutes est la moins attirée, et la dernière la plus attirée par eux. En énonçant leur existence naturelle dans les composés pierreux, d'où l'art du chimiste les extrait, je fais remarquer qu'aucune d'elles n'est encore connue dans sa nature intime, sa décomposition et ses principes.

Le second article roule sur la silice, sur ses noms divers, sur son histoire, son existence dans la nature, son extraction et sa purification par l'art, ses propriétés physiques, la manière dont elle se comporte avec tous les corps précédemment examinés, et ses nombreux usages. Il y est spécialement question de sa dissolution dans l'eau et dans les acides, et d'un grand nombre de phénomènes qui en dépendent, quoiqu'ils aient été négligés par la plupart des auteurs systématiques. L'ancienne opinion des chimistes, qui regardaient la silice comme l'élément terreux et la source commune de toutes les autres terres, n'y est qu'indiquée légèrement,

parce que, dans l'état actuel de nos connaissances, cette opinion perd chaque jour de sa force et même de sa vraisemblance.

L'alumine, qui fait le sujet du troisième article, est traitée avec plus de détails encore que la silice, quoique par la même marche et avec la même méthode. Elle présente une suite de phénomènes chimiques plus remarquables qu'elle en raison de sa plus grande altérabilité et de ses attractions plus grandes. J'en décris successivement la manière de se comporter au feu, à l'air et à l'eau; ses affinités avec les oxides et les acides; son adhérence avec le carbone, qui donne naissance à l'espèce de combustible fossile, si difficile à brûler, nommé *anthracite* par les minéralogistes français, pour le distinguer de la houille ou charbon de terre proprement dit. Je montre combien l'étude et les propriétés bien connues de cette terre ont influé sur les progrès de la science et des arts qu'elle dirige, et je termine cet article par l'exposé des usages multipliés auxquels l'alumine sert dans la société.

L'article quatrième, qui traite de la zircone, est beaucoup plus court et contient bien moins de détails que les deux précédens, parce que cette terre, connue seulement depuis 1793, n'a encore été examinée que par très-peu de chimistes. Après avoir décrit le moyen de l'obtenir du zircone ou jargon, et de l'hyacinthe, j'en énonce les caractères physiques et les propriétés chimiques, sur-tout son altération par le calorique, sa combinaison générale avec les acides, ses différences avec la silice et l'alumine.

La glucine, sujet de l'article cinquième, découverte

par le citoyen Vauquelin quatre ans après la zircone, est encore moins connue que celle-ci. Je donne d'abord l'histoire de sa découverte, ensuite les raisons de sa dénomination d'après sa saveur sucrée, que forment ses combinaisons avec les acides : je passe de là au procédé de son extraction, puis j'en décris les propriétés physiques et chimiques, et j'insiste sur-tout sur ses attractions particulières, qui la distinguent de toutes les autres terres. Quant à ses usages, on conçoit qu'ils sont encore nuls, soit en raison de sa petite quantité, soit parce qu'elle est encore très-peu connue ; j'indique cependant ce qu'on peut en espérer par la suite.

Long-temps après l'impression de cet article et de la section de mon ouvrage dont il fait partie, on a eu connaissance en France (seulement en messidor an 8, juillet 1800) d'une nouvelle espèce de terre assez analogue à la glucine, découverte trois ans avant celle-ci, en 1794, par M. Gadolin, chimiste suédois : cette découverte a été depuis confirmée par M. Ekeberg, qui a nommé la nouvelle terre *yttria*, de celui d'*ytterby* donné à la pierre d'où elle est retirée, d'après le lieu où elle se trouve. Le citoyen Vauquelin vient de me remettre l'analyse qu'il a faite de cette pierre, et l'examen de la terre particulière qu'il en a obtenue. Voici le résultat de son travail.

L'ytterby ou la Gadolinite a une couleur noire, et sa poussière est d'un gris noirâtre, sa cassure vitreuse. Sa pesanteur spécifique est de 4.097 ; elle fait mouvoir le barreau aimanté. Exposée au chalumeau, elle se brise en éclats, et laisse une matière blanche qui ne

fond pas. Chauffée avec le borax, elle se fond, et donne un bouton d'un jaune violâtre. Au creuset, elle perd 0.08 de son poids, et devient rouge comme de l'ocre. Les acides puissans l'attaquent et la réduisent en une espèce de gelée grisâtre : cette gelée, évaporée à siccité et lavée, laisse la silice en poussière ou blanche. La partie dissoute contient le fer et la terre nouvelle ; l'acide nitrique laisse déposer et séparer par l'évaporation la silice et l'oxide de fer. La dissolution nitrique de la terre qui reste après le lavage de la matière évaporée est mêlée d'un peu de chaux et de manganèse ; l'ammoniaque en sépare la terre cherchée avec un peu de manganèse. En redissolvant ces deux substances par l'acide nitrique, on en sépare le manganèse par l'hidrosulfure de potasse qui laisse la terre ; on obtient celle-ci par l'addition de l'ammoniaque. Par ces procédés, ainsi que par la fusion avec la potasse, la dissolution dans l'eau, l'évaporation qui sépare le manganèse et le traitement successif par l'acide nitrique, le citoyen Vauquelin est parvenu à trouver dans l'*ytterby* ou la Gadolinite les matières suivantes :

Silice.	25.	
Oxide de fer.	25.	
Terre nouvelle ou yttria. . .	35.	
Oxide de manganèse.	2.	
Chaux	2.	
Perte.	11	en acide carbonique et en eau.

La terre ainsi extraite, ou l'*yttria*, est blanche et fine ; elle n'a ni saveur ni odeur ; elle est infusible ; elle forme avec le borax un verre blanc ; elle n'est

pas soluble dans les alcalis fixes caustiques, ce qui la distingue de l'alumine et de la glucine : elle est dissoluble dans le carbonate d'ammoniaque, comme la glucine ; mais elle exige cinq à six fois plus de ce sel que cette dernière. L'acide sulfurique s'y combine avec chaleur, et il se précipite tout-à-coup un sel en grains brillans peu dissolubles dans l'eau. Le sulfate d'yttria est astringent, et ensuite doux comme un sel de plomb : cette saveur diffère en moins de celle du sulfate de glucine, et demande cinquante parties d'eau froide pour se dissoudre. Le nitrate d'yttria est doux, très-déliquescent, incristallisable; au lieu de se sécher au feu, il se fond ou se ramollit comme du miel ; il devient solide et cassant comme une pierre par le desséchement : l'acide sulfurique précipite des cristaux de sa dissolution. Le muriate de cette terre a des propriétés fort analogues à celles du nitrate. L'ammoniaque précipite l'yttria de ces trois acides ; l'acide oxalique l'en sépare aussi en formant un précipité lourd et épais comme du muriate d'argent : ce dernier phénomène la distingue beaucoup de la glucine, qui forme avec l'acide oxalique un sel très-soluble. Il en est de même de la précipitation des sels d'yttria par le prussiate de potasse, qui ne précipite pas les sels de glucine : il paraît qu'elle a plus d'attraction que cette dernière, au moins avec quelques acides. La comparaison de ces propriétés engage le citoyen Vauquelin à reconnaître une différence réelle entre l'yttria et la glucine, et à placer la première parmi les terres distinctes.

La magnésie, matière du sixième article, commence

à jouir des propriétés alcalines, et à s'éloigner, sous ce rapport, des quatre terres précédentes. Confondue longtemps avec les terres absorbantes, à cause de sa propriété de s'unir facilement aux acides, je montre comment elle en a été distinguée par Hoffmann et Black. Ses états divers dans la nature, l'art de l'obtenir pure, ses caractères extérieurs, l'action qu'exercent sur elle le calorique, l'air, quelques corps combustibles, l'eau et les acides, sa combinaison même avec les quatre terres précédentes, m'occupent tour à tour. Je fais voir qu'on ne connaît pas plus sa nature intime ou ses principes constituans que ceux de toutes les autres matières terreuses; enfin j'annonce quels sont les usages et l'emploi qu'on en fait dans l'art de guérir.

L'article septième, l'un des plus remarquables de cette quatrième section, offre l'histoire de la chaux. Les détails consignés dans cet article répondent à l'importance de la matière qui en fait le sujet. Mal connue, et source de grandes erreurs jusqu'à la moitié du dix-huitième siècle, la chaux est devenue, depuis l'époque de la dernière révolution chimique, un des réactifs, un des agens les plus précieux que l'on puisse employer aux expériences exactes. Je trace successivement l'historique des principales découvertes qui la concernent, son histoire naturelle, sa préparation par l'art du chaufournier et par le procédé des chimistes, son altérabilité par le feu, par l'air, ses combinaisons importantes avec le phosphore, le soufre, les gaz hidrogènes phosphoré et sulfuré, son action sur l'eau et celle de ce liquide sur elle, les propriétés de sa dissolution aqueuse ou de l'eau de chaux, ses attractions comparées à celles des

autres bases pour les acides, son union par le feu et l'eau avec la silice et l'alumine. En exposant les opinions diverses des chimistes et des naturalistes sur sa nature intime, je prouve qu'on ne sait rien encore sur cet objet, et que tout ce qu'on a dit de sa composition est entièrement hypothétique. Je passe en revue le grand nombre d'usages auxquels cette terre, la plus rapprochée des alcalis, est employée dans une foule de circonstances, soit pour le traitement des maladies, soit pour la culture des champs et l'économie rurale, soit dans la liste très-étendue des arts où elle est plus ou moins avantageuse.

L'article huitième, qui porte pour titre *des alcalis en général*, explique l'origine de ce mot, les caractères alcalins et le dénombrement ainsi que la classification relative de ces bases. J'y fais voir pourquoi j'ai ôté le *k* de ce mot, et j'y ai substitué le *c;* j'annonce que deux des bases rangées jusqu'ici parmi les terres, savoir, la barite et la strontiane, feront dorénavant, dans ma méthode, partie du genre des alcalis, dont le nombre est ainsi porté à cinq; je les dispose suivant l'ordre de leur attraction pour les acides, en commençant par l'alcali le plus fort; je place successivement la barite, la potasse, la soude, la strontiane et l'ammoniaque. La barite et la strontiane deviennent véritablement les deux alcalis fixes, car elles résistent beaucoup plus au feu que la potasse et la soude. Je cite le rapport des attractions des alcalis avec celles des bases terreuses; j'indique leurs états dans la nature, le mode général de leurs combinaisons, leur composition intime encore inconnue, excepté pour la seule espèce de l'ammoniaque; j'expose même les vues

que j'ai eues le premier sur la présence constante de l'azote, comme *alcalifiant* ou *alcalisant*, parmi leurs principes; mais j'ai soin de ne les présenter que comme des idées hypothétiques, et qui doivent être regardées comme telles jusqu'à ce que des expériences plus exactes et plus positives que celles qui ont été faites jusqu'ici aient permis de prononcer définitivement à cet égard.

L'article neuvième, destiné à la barite, comprend, d'après ma méthode ordinaire, sa synonymie, son histoire, son état dans la nature, sa préparation, ses propriétés physiques, les effets qu'elle éprouve de la part de la lumière, du calorique, de l'air, son union avec le phosphore et le soufre ainsi qu'avec l'hidrogène sulfuré, ses rapports avec l'eau, les oxides et les acides, son action sur les terres. J'insiste beaucoup, 1°. sur l'hidrosulfure de barite, espèce de combinaison nouvellement connue; je décris trois genres de composés formés par cette base avec le soufre, l'hidrogène sulfuré ou ces deux corps à la fois; savoir, le sulfure, l'hidrosulfure et le sulfure hidrosulfuré ou hidrogéné de barite, parce que les mêmes combinaisons triples se retrouvent dans tous les alcalis, et parce qu'elles sont d'un grand intérêt dans l'état actuel de la science; 2°. sur l'extinction de la barite à l'air, beaucoup plus vive que celle de la chaux; 3°. sur la dissolution de la barite dans l'eau, plus grande à chaud qu'à froid, sur la cristallisation de cet alcali; 4°. sur sa combinaison avec les terres dont on peut tirer parti pour l'analyse des pierres; 5°. sur sa forte attraction pour les acides; 6°. sur les effets vénéneux qu'elle produit dans l'économie animale.

Dans les articles dixième et onzième, j'examine avec

autant de soin et avec plus de détails encore la potasse et la soude. Les faits qui les concernent, et qui sont tous d'une grande importance, depuis qu'on sait surtout bien distinguer ces alcalis dans leur état de pureté de leurs combinaisons avec l'acide carbonique, qui passaient autrefois pour être des alcalis, sont décrits méthodiquement et dans une étendue qui répond à leur intérêt. Je fais voir que la potasse n'est pas un alcali exclusivement appartenant aux végétaux, comme on l'a cru, qu'elle existe abondamment parmi les fossiles, qu'elle paraît passer de ceux-ci dans les plantes. J'expose sa préparation avec quelque détail, parce que ce sujet est encore peu traité dans les ouvrages systématiques de la chimie, ensuite ses propriétés physiques et chimiques, en m'étendant spécialement sur sa combinaison avec le soufre et l'hidrogène sulfuré, sur son union avec l'eau, sur ses attractions avec les acides, sur les composés qu'elle forme avec quelques terres, et son peu d'adhérence pour d'autres, sur les notions encore hypothétiques qu'il est permis de prendre de sa nature intime, enfin sur ses usages et sur la nécessité d'en multiplier la production en France.

Le même ordre, le même soin sont employés pour la soude; ses synonymes, son histoire naturelle, son extraction et sa préparation, ses caractères extérieurs, ses rapports avec la lumière, le calorique, l'air, les corps combustibles, l'eau et les oxides, les acides et les terres, sont successivement examinés. Je fais ressortir sur-tout celles de ses propriétés qui lui appartiennent exclusivement, et qui la distinguent de la potasse, avec laquelle on la confondait encore il n'y a pas un demi-

siècle, comme sa forme particulière, sa grande fusibilité, son desséchement à l'air, qui suit sa forte déliquescence, son attraction moindre pour les acides, son analogie avec les matières animales dans lesquelles on la trouve si souvent combinée, enfin la grande diversité des composés salins auxquels elle donne naissance.

Je ne ferai qu'indiquer rapidement ici une opinion, présentée, il y a quelques mois et depuis l'impression du second volume de mon ouvrage, sur la nature spéciale des alcalis et des terres alcalines. Le citoyen Desormes, préparateur de chimie à l'école polytechnique, et très-habile chimiste, a cru trouver par quelques expériences que l'hidrogène était le principe alcalifiant général; qu'il était uni avec la chaux dans la potasse, avec la magnésie dans la soude, etc. : mais les expériences qu'il cite sont bien loin de suffire pour étayer son opinion, qu'à la vérité il n'a donnée que comme des aperçus. Je ferai observer sur cette idée, que j'ai le premier soupçonné et indiqué la présence de la chaux dans la potasse, et de la magnésie dans la soude, et que je ne vois dans les faits énoncés aucune raison pour admettre plutôt l'hidrogène que l'azote comme principe alcalifiant.

L'article douzième traite de la strontiane, base découverte en 1793 par M. Klaproth de Berlin, qu'il a regardée comme une terre, et confondue plusieurs années avec la barite, dont elle se rapproche en effet par plusieurs de ses propriétés, et que je range parmi les alcalis, en raison de son énergie, de sa dissolubilité, de sa cristallisabilité et de son attraction pour les acides, qui suit celle de la soude, et précède celle de la chaux. J'ai

successivement offert l'histoire de sa découverte, les moyens de l'obtenir pure de deux de ses composés naturels, ses caractères physiques et ses actions chimiques sur tous les corps placés avant elle dans ma classification. J'ai montré ses caractères qui la distinguent de la barite, la différence de sa pesanteur moindre, de sa dissolubilité plus faible, de sa forme et de celle de ses composés, de ses attractions, sa phosphorescence, la couleur purpurine qu'elle donne à la flamme lorsqu'elle y est tenue en dissolution, son inaction ou son effet au moins non vénéneux sur les animaux vivans, en comparaison de l'âcreté délétère de la barite. Pour ces deux bases, qui semblent se confondre ou ne différer l'une de l'autre que par quelques nuances dans leurs propriétés, j'ai décrit l'art particulier de les obtenir dans un état de pureté et de causticité long-temps ignoré des chimistes, et qui consiste, d'après la découverte du citoyen Vauquelin, dans la décomposition complète du nitrate de de l'une et de l'autre par le feu dans des vaisseaux fermés.

L'ammoniaque occupe l'article treizième. Cette espèce d'alcali, désignée depuis long-temps par le nom d'alcali volatil, si distinguée, par son odeur et sa facile réduction en vapeur, des deux alcalis qu'on nommait autrefois fixes, est susceptible de prendre les deux états gazeux et liquide, et de laisser séparer les deux principes qui la constituent par plusieurs corps brûlés, comme de se former par l'union de l'azote et de l'hidrogène, d'après les belles découvertes de Schéele, Bergman, et sur-tout du citoyen Berthollet. Son histoire exigeait beaucoup plus de détails que celle des quatre autres alcalis, aux-

quels l'analyse et la synthèse manquent encore également. J'examine successivement le gaz ammoniac et l'ammoniaque proprement dite ou à l'état liquide, dans leurs propriétés physiques et chimiques, dans leurs combinaisons diverses avec les corps simples et les corps brûlés, dans leur décomposition et leur formation artificielles. En insistant sur l'abondance de l'azote dans ce composé ammoniacal, et sur sa décomposition comme sa composition faciles, je fais voir combien cette connaissance acquise de nos jours sur la nature de cet alcali, le seul bien déterminé aujourd'hui dans ses principes, éclaire un grand nombre de phénomènes chimiques, sur-tout relativement aux sels ammoniacaux, aux matières animales, à leur décomposition par le feu et par la putréfaction ; enfin je donne à cet article toute l'étendue et toute l'importance qu'exige l'espèce de corps qu'il est destiné à faire connaître. C'est un de ceux dans lesquels on trouvera, en le lisant avec l'attention qu'il mérite, la différence la plus marquée entre l'état actuel de la chimie et son état ancien ; en un mot, c'est un des plus neufs et des plus utiles de tout l'ouvrage, pour l'intelligence de la science. Je dois ajouter ici que, depuis la rédaction et l'impression de cet article, nous avons eu occasion, le citoyen Vauquelin et moi, de reconnaître dans l'ammoniaque liquide la propriété de se coaguler, de se geler, et même de se cristalliser en longs faisceaux de prismes ou d'aiguilles brillantes et satinées à six pans, lorsqu'on l'expose à une température de 28 à 30 degrés au-dessous de o du thermomètre de Réaumur. A cette température, à la vérité, beaucoup de corps qu'on n'avait pu faire paraître jusqu'ici sous

la forme solide, sont susceptibles d'en prendre une plus ou moins régulière.

L'article quatorzième et dernier de la quatrième section est le plus long de tous; il contient des notions générales de la lithologie ou de l'histoire des pierres, que je place à la suite des bases salifiables, parce qu'elles sont véritablement pour le chimiste des combinaisons naturelles des terres entre elles, ou de quelques terres avec la potasse. Ces corps sont une partie de la sixième classe de ma division générale et chimique des productions de la nature; le reste de cette classe sera donné dans plusieurs autres des sections suivantes : celle-ci est placée à la suite des terres, en raison de la nature ou de l'ordre particulier de composition qui constitue les pierres. La science n'est pas encore assez avancée, et l'analyse des composés terreux solides ou des pierres n'est pas assez complète, pour qu'il m'ait été possible de présenter une division méthodique et chimique de ces corps, comme je l'aurais desiré. Pour diminuer cette lacune, j'ai cru au moins devoir donner un abrégé des connaissances actuelles sur la lithologie, et, pour le faire avec méthode, j'ai divisé cet article en six paragraphes.

Dans le §. Ier. sont exposés les caractères distinctifs des pierres, tirés

A. De leurs propriétés physiques, telles que la pesanteur, la dureté, la transparence, la réfraction double ou simple, l'électricité, le magnétisme, la couleur, la saveur et l'odeur;

B. De leurs propriétés géométriques, ou de la forme extérieure, intérieure, de celles de leurs parties ou molécules intégrantes, et de la cassure;

C. De leurs propriétés chimiques ; savoir, de l'action du feu seul, de celle du feu aidé de fondans divers, et de celle des acides. Dans cette esquisse, je n'ai omis aucune des propriétés qu'on considère dans les pierres, pour établir entre elles des distinctions essentielles, ni aucune des principales nuances que chacune de ces propriétés offre à l'observateur; j'ai mis à profit toutes les données recueillies par les minéralogistes modernes.

Dans le §. II, j'ai tracé une ébauche des principales méthodes lithologiques, fondées sur leurs propriétés extérieures et sensibles, ou de l'emploi méthodique que les lithologistes ont fait de ces propriétés, comparées ou contrastées entre elles, pour disposer régulièrement, et faire reconnaître les pierres les unes des autres. J'y ai successivement parlé des efforts faits dans ce genre par Bromel, Cramer, Henckel, Wolsterdoff, Gellert, Cartheuser, Justi, Lehman, Vogel, Scopoli, et sur-tout par Wallerius, Romé-Delisle, Werner et Daubenton. J'en ai montré néanmoins les défauts inévitables, l'insuffisance pour la connaissance réelle des pierres, et le mérite, qui consiste uniquement dans l'art de trouver le nom qu'on a donné à chacun de ces corps en particulier.

Dans le §. III, j'ai présenté une courte notice des systêmes lithologiques, fondés sur la nature chimique ou la composition des pierres, depuis Cronstedt qui a eu le premier cette belle idée, jusqu'à Bergman, de Born, et le célèbre M. Kirwan, le dernier qui a écrit un ouvrage systématique sur cette partie des sciences naturelles. En comparant ces systêmes aux méthodes phy-

siques ou extérieures, j'ai fait voir que, quelque complets qu'ils soient susceptibles de devenir, ils ne remplaceront jamais entièrement les dernières, qui seront toujours nécessaires pour reconnaître les pierres à leur aspect et sans en détruire le tissu.

Le §. IV offre la suite des pierres, traitées suivant la marche adoptée par les minéralogistes français, d'après les derniers travaux du citoyen Haüy. Comme il n'y a que quarante-cinq substances naturelles véritablement pierreuses, en excluant de cette classe tous les fossiles, rangés autrefois parmi les pierres, et qui appartiennent aux sels ou substances acidifères et aux mines, ce célèbre minéralogiste français a pensé qu'il n'était pas nécessaire pour les décrire et les faire connaître avec soin, de les diviser en genres, d'établir entre elles des distinctions et des caractères nombreux, mais seulement de les ranger dans une série qui fût propre à indiquer leurs rapports et leurs différences. La plupart de ces quarante-cinq pierres ont des noms nouveaux tirés de leurs propriétés les plus frappantes, et imaginés par le citoyen Haüy. J'ai donné, d'après lui, un précis de leurs caractères et de leurs différences, en citant, sous autant de numéros successifs, le quartz, le silex, le zircon, la télésie, la cymophane, le rubis, la topaze, l'émeraude, l'euclaze, le grenat, la leucite, l'idocrase, le feld-spath, le pétrosilex, le corindon, la ceylanite, l'axinite, la tourmaline, l'amphibole, l'actinote, le pyroxène, la staurotide, la thallite, la smaragdite, l'oisanite, la dioptase, la lazulite, la zéolite, la stilbite, la prehnite, la chabasie, l'analcime, la sommite, l'andréolite, le péridot, le mica, la cyanite, la trémolite, la leucolite, la dipyre, l'asbeste, le talc, la

chlorite, la macle et l'argile. J'ajoute à leurs propriétés physiques ce qu'on sait de leur nature et de leur composition.

Le §. V est employé à la description de la méthode d'analyse que les chimistes modernes ont adoptée pour les pierres, et des procédés qu'ils pratiquent pour en séparer les divers composans, comme pour en estimer avec exactitude les proportions. Ils consistent à broyer la pierre à l'eau dans un mortier de silex, à la fondre dans un creuset d'argent, avec trois fois son poids de potasse solide pure préparée à l'alcool; à la délayer dans suffisante quantité d'eau; à ajouter assez d'acide muriatique pour dissoudre toute la masse fondue; à retraiter de la même manière la portion de pierre qui, n'ayant point été attaquée par l'alcali, ne se dissout point dans l'acide; à faire évaporer à siccité la dissolution dans un vase de platine ou de porcelaine, en ajoutant un peu d'acide muriatique sur la fin; à le dissoudre dans l'eau; à faire rougir et à peser la silice qui s'est précipitée et qui ne se redissout pas dans le dernier liquide; à précipiter les autres terres, qui restent dissoutes à l'état de muriates, par un carbonate alcalin; à traiter le précipité par une lessive de potasse pour redissoudre l'alumine, qu'on sépare ensuite par un acide et par un carbonate, pour la faire à son tour rougir, calciner dans un creuset; à dissoudre les autres terres par l'acide muriatique; à en précipiter la chaux, la magnésie et l'oxide de fer, s'il y en a, par une dissolution de potasse caustique; ensuite la barite, par l'acide sulfurique. Les moyens propres à isoler la chaux, la magnésie, l'oxide de fer, ceux de recon-

naître la zircone, la glucine et la potasse, sont décrits ensuite avec le détail convenable pour lever toutes les difficultés qu'ils présentent.

Enfin, dans le §. VI, j'ai donné le résultat de toutes les analyses de pierres connues, en énonçant les variétés de chaque espèce, distinguée par un numéro correspondant à celui qu'elle occupe dans la série, depuis le n°. 1 jusqu'au n°. 45, et en plaçant, les unes à côté des autres, les différentes analyses faites par divers chimistes, sur-tout par Margraff, Bergman, Klaproth, Vauquelin, Wiegleb, Kirwan, Pelletier, Saussure, Gmelin, Bindheim, Achard, Westrumb, Scopoli, Fabroni, Morell, Mayer, Struve, Hoepfner, Huzer, et Collet-Descotils. Ce sont les savans qui se sont le plus occupés de ce genre d'analyse lithologique.

Les quatre premières sections dont je viens de rendre compte composent les tomes I et II de l'édition in-8°, et le tome I de l'édition in-4°.

NOTICE DE LA CINQUIÈME SECTION.

Sur les Sels.

La cinquième section, consacrée à l'histoire chimique des sels, ou des composés formés par l'union des acides et des bases, est une des plus étendues et en même temps une des plus neuves. Déja depuis 1782, dans les différentes éditions de mes Élémens de chimie, j'avais réuni beaucoup plus de détails sur les matières salines qu'on n'en avait donné jusque-là sur ces matières, soit dans les ouvrages français, soit dans ceux

des pays étrangers qui étaient venus à ma connaissance. Le nombre des découvertes faites peu de temps avant cette époque sur les acides et quelques bases terreuses, m'avait permis de donner à cette partie de la science un développement inconnu jusqu'alors, puisque quelques années avant 1778, jusqu'où mes études s'étaient prolongées chez les plus habiles chimistes professeurs de Paris, on n'enseignait encore à distinguer qu'une vingtaine de matières salines au plus : on avait coutume de les associer à l'histoire de chaque acide, dont elles étaient regardées comme des composés inséparables de l'exposé de leurs propriétés. En suivant à cet égard le système de mon maître, Bucquet, qui, le premier, avait distingué les sels et les avait classés méthodiquement dans son introduction à l'Étude du règne minéral, j'avais beaucoup étendu cette classe, et je l'avais enrichie, en 1782, de toutes les découvertes faites depuis la mort de cet illustre professeur, dont la méthode et la lucidité ont été mes premiers guides. Dans les trois éditions suivantes de mes Élémens de chimie, j'avais successivement augmenté la série de ces composés. Mais depuis 1791, époque de la quatrième édition de cet ouvrage, combien n'y a-t-il pas de faits nouveaux ajoutés aux anciens, et propres à modifier plus ou moins ceux-ci !

Deux bases terreuses ont été découvertes, la zircone et la glucine : une substance qu'on a d'abord crue une terre, la strontiane, a été ajoutée aux bases alcalines. On a examiné les combinaisons salines des acides sulfureux et phosphoreux. Les sulfites et les phosphites, alors seulement annoncés, ont été examinés avec assez

de soin ; les nitrites ont été reconnus existans. On a découvert des muriates suroxigénés alcalins et terreux. Une analyse plus exacte de plusieurs fossiles a fait rentrer dans la classe des sels des matières qu'on avait regardées comme des pierres. Les travaux successifs des plus habiles chimistes de l'Europe ont répandu de nouvelles lumières sur un assez grand nombre de sels qu'on ne connaissait pas encore, ou qu'on ne connaissait qu'inexactement, sur-tout parmi ceux qui ont un excès de leurs bases, de leurs acides, ou qui sont à doubles bases, et qu'on nomme des sels triples. Le résultat général de ces recherches modernes porte le nombre des sels, borné, il y a vingt ans encore, à une trentaine au plus, jusqu'à cent trente-quatre espèces.

Occupé moi-même d'une partie de ces recherches, et témoin des découvertes auxquelles ont été conduits mes amis et mes confrères, Guyton, Pelletier, Berthollet et Vauquelin sur la plupart des sels, chargé sur-tout de les communiquer chaque année à un grand nombre d'élèves, j'ai senti que les difficultés dont l'étude de ces composés était déja environnée, iraient toujours en croissant, si l'utile flambeau de la méthode ne venait éclairer et diriger leurs pas. De longues méditations sur cet objet, de nombreux essais tentés pendant plusieurs années d'enseignement, m'ont enfin fait trouver un ordre, une classification qui rendent l'étude et la connaissance exacte de ces matières infiniment plus facile. J'ai eu pour but, en imaginant cette classification, d'attacher en quelque sorte à la seule disposition respective des cent trente-quatre espèces de composés salins, la partie la plus essentielle de leurs propriétés

distinctives ; de représenter les principaux caractères destinés à les distinguer les unes des autres par leur seul placement réciproque ; en un mot, de faire servir la méthode à l'exposition des faits les plus marquans de leur histoire. Tel est sans doute le mérite le plus saillant et en même temps la partie la plus neuve de cette cinquième section, dont la marche régulière me permet d'offrir la rédaction comme une des portions les plus importantes de tout mon ouvrage.

Toutes les matières salines dont elle renferme l'examen chimique sont divisées en genres et en espèces. Les premiers, fondés sur les acides, et portant chacun le nom qui caractérise ces derniers, suivant les principes de la nomenclature méthodique, sont arrangés ou placés entre eux dans l'ordre de la force d'attraction des acides pour les bases en général : de sorte que les sulfates sont le premier de ces genres, et les carbonates le dernier, parce que l'acide sulfurique attire le plus les alcalis et les terres, tandis que l'acide carbonique les attire le moins. Ainsi cette disposition des genres entre eux montre déja par quels acides et dans quel ordre d'attraction les genres de sels sont respectivement décomposables.

Dans chaque genre, les espèces sont arrangées entre elles d'après la même série d'attraction, en suivant ici celle des bases en particulier pour l'acide de chaque genre. Ainsi, parmi les sulfates ou le premier genre, le sulfate de barite est la première espèce, parce que la barite tient plus à l'acide sulfurique que toutes les bases qu'elle est capable d'en séparer ; le sulfate de zircone est la dernière espèce, parce que la zircone y est la moins

adhérente de toutes les bases, et peut en être précipitée par toutes les autres. Entre ces deux espèces sont placées successivement les sulfates de potasse, de soude, de strontiane, de chaux, d'ammoniaque, de magnésie, de glucine et d'alumine, parce que tel est l'ordre des attractions qui règlent l'adhérence entre toutes ces bases et l'acide sulfurique. On conçoit, d'après ce simple exposé, que la série des sels ainsi disposés est un tableau qui représente, d'après l'ordre fidèle des attractions de leurs principes, leurs principales propriétés de décomposition.

Si l'on ajoute à cet ordre, à cette disposition attractionnelle, destinée à faire connaître les principales propriétés des sels, les noms très-significatifs qu'ils portent tous, et qui donnent une notion précise de leur nature, en même temps qu'ils écartent et font pour toujours disparaître les dénominations arbitraires qu'on leur avait données autrefois; si l'on conçoit qu'avec cette marche régulière chaque genre est d'abord traité sous le rapport de ses caractères génériques propres à le distinguer de tous les autres, et chaque espèce examinée ensuite dans toutes les propriétés qui la caractérisent, on sentira que cette histoire des sels, qui, à elle seule, forme la matière des troisième et quatrième tomes *in*-8°, et du second tome *in*-4°, est entièrement différente de tout ce qui a été jusqu'ici publié en chimie.

Je dois indiquer actuellement le partage et le sujet des différens articles qui composent cette cinquième section de mon ouvrage. Elle est divisée en dix-huit articles. Le premier est consacré aux généralités, à la

classification des sels, et à l'exposition de la manière dont je les ai traités. Avec les principes généraux que je viens de tracer, j'y parle en détail des règles de nomenclature importantes à bien savoir, puisqu'elles dirigent véritablement la connaissance précise qu'on doit en prendre. J'indique la manière dont je partage ensuite tous les articles suivans destinés à chaque genre de sels.

Les articles II, III, IV, V, VI, VII, VIII, IX, X, XI et XII ont pour sujet les onze genres de sels que je distingue ; savoir, les sulfates, les sulfites, placés au deuxième rang comme dépendans des sulfates ; les nitrates, les nitrites, venant comme appendix à la suite des nitrates ; les muriates, les muriates oxigénés, les phosphates, les phosphites, les fluates, les borates et les carbonates. Chacun de ces articles est divisé en deux paragraphes : le premier, destiné à l'exposé des propriétés génériques ou à l'histoire du genre ; le second, ayant pour objet l'histoire particulière de toutes les espèces qui appartiennent à ce genre. Dans le premier, je parle des propriétés chimiques qui caractérisent sans exception toutes les espèces comprises dans le genre ; dans le second, en traitant chaque espèce séparée dans l'ordre de l'attraction de la base pour l'acide, je suis constamment la même méthode, et je parle, sous huit lettres qui précèdent des sous-titres, A. de la synonymie, et de l'histoire de l'espèce ; B. de ses propriétés physiques ; C. de son histoire naturelle et de sa préparation ; D. de l'action qu'elle éprouve de la part du calorique ; E. de celle de l'air ; F. de ses rapports avec l'eau ; G. de sa décomposition, des agens qui l'opèrent, et

de la proportion de ses principes ; H. enfin de ses usages. Une longue habitude m'a prouvé qu'on pouvait renfermer sous ces huit divisions tout ce que chaque espèce de substance saline présente d'intéressant et d'utile à retenir. A l'aide de cette marche identique, j'ai besoin de beaucoup moins de détails qu'il n'en aurait fallu sans elle, pour décrire et faire exactement connaître les cent trente-quatre espèces de sels dont se compose aujourd'hui cette classe de corps.

Dans l'article treizième, j'ai offert un résumé sur les principales propriétés des matières salines comparées entre elles, pour rappeler les divers caractères dont elles sont susceptibles, et en donner un ensemble propre à laisser des idées précises sur la manière d'en étudier les propriétés. Cinq paragraphes qui partagent cet article font successivement mention de leur saveur, de leur forme cristalline, de leur fusibilité ou de l'action du feu, de celle de l'air et de celle de l'eau. Ainsi l'on passe successivement en revue l'âcreté, l'amertume, la stypticité, la douceur, la fadeur, la fraîcheur, l'insipidité, le goût terreux ; les figures cubique, rhomboïdale, octaèdrique, prismatique, pyramidale ; la fusion aqueuse et ignée, la calcination, la volatilisation, la décomposition partielle ou totale ; la déliquescence, l'efflorescence, l'altérabilité ou l'inaltérabilité par le contact de l'atmosphère ; enfin, les divers modes de dissolubilité dans l'eau froide et chaude.

L'article quatorzième est une autre sorte de résumé présentant dans un tableau les cent trente-quatre sels, disposés suivant la méthode indiquée, et distingués entre eux par les caractères spécifiques appartenant

exclusivement à chaque espèce. C'est un essai de la méthode linnéenne, appliquée à cette partie des connaissances chimiques, et destinée à représenter, sous une nouvelle forme, un exposé rapide des espèces salines, caractérisées chacune par une propriété exclusive. Dans cet essai, je trouve le moyen d'offrir encore la série des sels sur lesquels il est si important d'acquérir des notions exactes. On y reconnaîtra la possibilité de distinguer les nombreuses espèces les unes des autres par un caractère unique, lorsque leur caractère générique est d'ailleurs bien déterminé, et lorsque leur disposition relative à l'attraction élective des bases est également bien réglée.

C'est dans la même vue, et toujours pour rendre plus complète et en quelque sorte plus entière l'histoire des substances salines, que je renferme dans l'article quinzième une énumération des doubles décompositions qui ont lieu réciproquement entre les cent trente-quatre espèces de ces substances. Cette énumération, longue dans son ensemble, quoique très-précieuse dans ses détails en raison de la forme que je lui ai donnée, montre que le nombre des doubles décompositions bien connues est déja beaucoup plus considérable qu'il ne l'était avant les découvertes modernes. A la vérité je comprends dans cette liste celles même que je ne fais que soupçonner; mais en retirant même celles-ci, on verra qu'il y en a encore près de mille assez exactement déterminées. Ce n'est pas pour engager les étudians à confier cette longue série d'effets chimiques à leur mémoire, et à la forcer, par une fatigue inutile, à les retenir, que j'ai présenté cette énumération, dont

aucun ouvrage de chimie n'a encore offert l'ensemble, mais seulement pour que ceux qui veulent pénétrer les profondeurs de la science, et contribuer, par leurs recherches particulières, à son accroissement, puissent trouver au besoin, ou l'existence prouvée de ces réactions salines, ou même le soupçon plus ou moins fondé de leur existence. Pour qu'un pareil dénombrement soit porté à l'exactitude que j'aurais bien desiré de lui faire atteindre, il faudra beaucoup plus d'expériences, et sur-tout des expériences beaucoup plus exactes qu'on n'a pu encore en faire. Des recherches ultérieures en corrigeront peu à peu les défectuosités, en rempliront successivement les lacunes, en rectifieront même la marche, et fourniront sur-tout le moyen d'en généraliser la conception, dernier objet qu'il ne m'a pas été permis de réaliser, quoique j'en aie bien senti l'importance et que j'en aie même tenté l'exécution avec des efforts non moins pénibles qu'infructueux.

Dans le seizième article j'ai tracé le tableau de la composition de toutes les espèces de sels et de la proportion des principes qui les forment. Quoique l'énoncé de leur composition ait fait un des points de leur histoire détaillée dans les articles précédens, et quoiqu'elle ait été indiquée avec exactitude, j'ai cru devoir la retracer de nouveau, afin qu'on pût comparer entre elles les diverses quantités respectives d'acides et de bases unis dans ces composés, en tirer quelques résultats généraux sur les lois de la saturabilité et les points de saturation. Mais je n'ai pas présenté ces résultats, parce que je sais que les proportions indiquées ne sont pas encore sans quelque reproche; que cette partie de la

science, la plus difficile de toutes, est encore bien éloignée de la précision et de la certitude auxquelles elle arrivera quelque jour, malgré l'habileté, le talent et l'exactitude des chimistes modernes qui ont commencé à s'en occuper. On en jugera par la diversité des résultats que plusieurs des savans les plus célèbres parmi ceux qui ont travaillé sur cet objet, ont obtenus dans leur analyse. Quoiqu'imparfait, ce tableau aura cependant de véritables avantages pour les chimistes : c'en serait un important, quand il serait le seul, que celui de les avertir de la nécessité urgente de faire de nouvelles recherches sur ce grand objet, et de perfectionner les méthodes d'analyse saline, qui, sous beaucoup de rapports, sont encore hérissées de difficultés presque insurmontables.

L'article dix-septième est une récapitulation sur les sels qui existent fossiles, et sur la manière dont on les a classés dans les méthodes ou les systèmes minéralogiques. J'y fais voir que pour le petit nombre de sels connus dans la minéralogie, il n'est presque pas nécessaire d'établir des divisions, des classifications étrangères à celles des chimistes ; que celles-ci, et en particulier celle que j'ai adoptée, remplissent entièrement l'objet des minéralogistes, et qu'ainsi il est véritablement superflu d'avoir imaginé la dénomination particulière de substances acidifères pour désigner ces composés naturels. Je mets en parallèle, pour prouver cette assertion, les deux divisions minéralogique et chimique, et j'accompagne cette comparaison de réflexions destinées à faire sentir l'utilité de la réunion de deux méthodes en une seule, fondée sur la nature

chimique des substances salines naturelles. Au reste les découvertes successives qu'on a lieu d'attendre des chimistes occupés de l'examen des fossiles, ameneront nécessairement cette réunion, et ne feront plus de la minéralogie qu'une branche de la chimie, comme je l'ai déja indiqué sous le nom de *chimie minérale* ou *minéralogique*.

Enfin, dans l'article dix-huitième et dernier de la cinquième section, je traite des sels qui se trouvent en dissolution dans les eaux terrestres, et par conséquent de l'analyse des eaux minérales. Cette dernière a toujours passé pour une des parties les plus difficiles de la chimie, soit à cause de la petite quantité de chacune des substances qui sont dissoutes, soit en raison du nombre des sels qui existent en même temps dans les eaux, par conséquent des effets compliqués que ces matières produisent, ou en réagissant les unes sur les autres, ou en se trouvant en contact avec les divers réactifs. Aussi je n'ai rien négligé pour donner à cet article, quoique concis, une clarté qui doit en faire le principal mérite : je l'ai regardé et traité comme un résumé de la plupart des faits compris auparavant dans mon ouvrage ; je l'ai divisé en plusieurs paragraphes qui comprennent depuis l'histoire de ce genre d'analyse jusqu'à la préparation des eaux minérales artificielles, ou à l'imitation de celles que la nature offre à l'homme. Il a même été nécessaire que je parlasse de la présence de quelques composés métalliques, quoique les propriétés de ceux-ci appartiennent véritablement à la section suivante ; mais je ne l'ai fait que d'une manière succincte et provisoire.

On doit voir, par cet exposé, combien l'histoire des matières salines est plus étendue et plus exacte qu'elle ne l'a été jusqu'à présent dans aucun ouvrage de chimie, que la méthode qui est suivie dans cette section est sur-tout très-différente de celle qu'on a présentée jusqu'ici.

Depuis qu'elle est imprimée, deux découvertes assez importantes ont été faites dans l'histoire des matières de cet ordre. L'une est relative à l'existence du fluate d'alumine dans la nature. M. Abildgaard, de Copenhague, a envoyé au citoyen Vauquelin, parmi plusieurs fossiles, une prétendue pierre du Groënland qu'il a reconnue par l'analyse pour une combinaison d'acide fluorique et d'alumine. Le citoyen Vauquelin, a confirmé cette découverte par un nouvel examen de ce fossile.

L'autre découverte a pour objet un sel compliqué de sulfite de soude et d'hidrosulfure de la même base, c'est-à-dire un véritable sulfite hidrosulfuré de soude, provenant de la décomposition du sulfate de soude par le charbon, faite en grand dans une manufacture près de Paris pour obtenir la soude. Le citoyen Chaussier qui a employé ce composé avec succès dans plusieurs maladies de la lymphe, l'a cru un simple hidrosulfure de soude. Mais les citoyens Vauquelin et Thénars, qui l'ont examiné avec beaucoup de soin, y ont trouvé de l'acide sulfureux, de la soude, de l'hidrogène sulfuré, et ils ont obtenu d'ailleurs un sel entièrement semblable par sa forme, sa saveur, sa dissolubilité, et toutes ses autres propriétés, en mêlant une dissolution d'hidrosulfure de soude avec une dissolution de sulfite de soude. Au moment même de

l'union de ces deux liquides, le premier, qui est coloré en jaune foncé, perd tout-à-coup sa couleur.

La première de ces découvertes confirme ce que j'ai annoncé il y a long-temps, qu'à mesure qu'on examinera les fossiles, on trouvera tous les sels que l'art fabrique ; la seconde peut conduire à la connaissance de nouveaux composés, en montrant l'union intime d'un hidrosulfure alcalin avec un sel de la même base.

NOTICE DE LA SIXIÈME SECTION.

Des métaux.

J'ai déja dit plusieurs fois que les métaux compris par leur nature simple et indécomposée dans la première classe des corps, et conséquemment dans la seconde section de cet ouvrage, offraient néanmoins tant de propriétés importantes aux chimistes, et avaient tant d'influence sur la théorie et la pratique de la science comme sur celles des arts, qu'il était nécessaire de les étudier avec beaucoup de soin, et de donner à leur histoire tout le développement dont elle pouvait être susceptible. Aussi ne les a-t-on qu'indiqués dans la section des corps indécomposés, pour les comparer à l'hidrogène, au carbone, au phosphore et au soufre : aussi ai-je fait observer que leurs propriétés ne pouvaient être décrites qu'à la suite de celles des acides, des bases et des sels qui servaient à les faire reconnaître. Voilà pourquoi cette sixième section de mon ouvrage leur est consacrée en particulier. Les formes multipliées que ces corps ont reçues de la nature, les

combinaisons nombreuses que l'art sait leur donner, les usages presque infinis auxquels l'industrie humaine les destine, et qui sont presque tous dirigés par les efforts des chimistes, rendent cette partie de mon système chimique une des plus riches en faits, en résultats, et l'une des plus étendues dans ses détails. Il faut ajouter à ces premières considérations que l'histoire des métaux les montre sans cesse ayant une grande influence sur toutes les découvertes de la chimie; qu'à toutes les révolutions de la science, ils jouent un rôle d'une grande importance ; qu'on les trouve tantôt comme instrumens, tantôt comme produits nouveaux à toutes les époques de l'avancement des connaissances humaines; que toujours liés aux progrès de la raison, ils tiennent une place distinguée dans les fastes de la philosophie naturelle ; et qu'ainsi, sous tous les rapports, il n'y a pas de production dans la nature qui mérite une attention plus profonde, une étude plus suivie, une description plus exacte que les métaux.

Toute la sixième section, qui traite des métaux en particulier, est partagée en vingt-deux articles : le premier renfermant des généralités sur ces corps, et les vingt-un suivans comprenant l'histoire particulière de chacune des substances métalliques, dont les espèces aujourd'hui connues s'élèvent en effet à ce nombre.

Pour faire bien connaître ces corps combustibles, j'ai cru nécessaire d'exposer d'abord les bases et les principes des caractères qui les distinguent des autres corps, et les procédés variés par lesquels les chimistes

sont parvenus à les découvrir. J'ai voulu donner à ces généralités des développemens suffisans pour qu'elles ne laissassent rien d'obscur et d'incertain, pour qu'elles comprissent tout ce qu'on peut savoir sur les divers états et les diverses compositions dont les métaux sont susceptibles. Dans cette intention, j'ai divisé le premier article en douze paragraphes.

Le premier traite de leur importance et de leur histoire littéraire.

Le second, du nombre et de la classification des métaux. Je les y partage en cinq genres, en raison de leur ductilité et de leur oxidabilité variées : le premier appartenant aux métaux cassans et acidifiables; savoir, l'arsenic, le tungstène, le molybdène et le chrome; le second, aux métaux cassans et simplement oxidables, au nombre de huit espèces, le titane, l'urane, le cobalt, le nickel, le manganèse, le bismuth, l'antimoine et le tellure; le troisième, aux métaux demi-ductiles, le mercure et le zinc; le quatrième, aux métaux ductiles et facilement oxidables, l'étain, le plomb, le fer et le cuivre; le cinquième genre, enfin, aux métaux très-ductiles et difficilement oxidables, au nombre de trois, l'argent, l'or et le platine. Avant d'expliquer ma nouvelle division, je fais voir les vices des anciennes, qui les partageaient en demi-métaux, en métaux imparfaits et métaux parfaits.

Le troisième paragraphe du premier article contient l'examen général des propriétés physiques des métaux. On y trouve successivement comparées les unes aux autres, 1°. le brillant, 2°. la couleur, 3°. la densité ou la pesanteur, 4°. la dureté, 5°. l'élasticité, 6°. la

ductilité, 7°. la ténacité, 8°. la conductibilité du calorique, 9°. la dilatabilité, 10°. la fusibilité, 11°. la volatilité, 12°. la cristallisabilité, 13°. l'électricité, 14°. l'odeur, 15°. enfin, la saveur. Dans l'examen de chacune de ces propriétés, j'ai sur-tout le soin de présenter la série dans laquelle on peut disposer les métaux relativement au degré ou à la force de chacune d'elles.

Dans le quatrième paragraphe, je parle de l'histoire naturelle des métaux; j'indique les cinq états qu'ils présentent dans l'intérieur du globe; savoir, 1°. celui des métaux natifs; 2°. celui d'alliages ou de plusieurs métaux unis à l'état métallique; 3°. les mines sulfureuses, ou les composés de métaux et de corps combustibles; 4°. les oxides des métaux; 5°. les sels métalliques ou les combinaisons de leurs oxides avec plusieurs acides. J'insiste sur la minéralisation et les différences des minéralisateurs.

Le cinquième paragraphe traite de l'art d'essayer les mines, ou de la docimasie en général. Comme cet objet revient en détail dans l'histoire de chaque métal, je n'ai offert que quelques généralités ou les faits les plus importans sur cet art entièrement chimique. J'y indique cependant la différence qui existe entre l'essai ordinaire ou commun du mineur qui n'a pour but que de connaître le métal qu'on peut obtenir d'une mine, la facilité ou la difficulté dont son extraction est accompagnée, et l'analyse docimastique des chimistes, qui, ayant pour objet de déterminer la nature et la proportion des divers minéralisateurs, la proportion et l'état des métaux minéralisés, exige un grand nombre de connaissances,

beaucoup de ressources, et une grande habileté dans ceux qui s'y livrent. Les modernes ont beaucoup avancé cette partie de l'art.

Le sixième paragraphe roule sur les mêmes généralités, relativement à la métallurgie ou aux travaux en grand sur les mines, sur leur extraction de la terre, le lotissage, le bocadarge, le lavage, le grillage, la fonte et l'affinage des métaux. Je n'énonce que les principes les plus généraux de l'art du traitement des mines, dont il est d'ailleurs reparlé avec un peu plus de détails à l'article de chacun des métaux.

Le septième paragraphe commence l'examen des propriétés chimiques par l'oxidabilité ou la combustibilité des métaux par le contact de l'air. J'y annonce l'inflammabilité rapide de quelques-uns d'entre eux, la lente destruction de quelques autres, les divers phénomènes qu'ils présentent pendant qu'ils s'oxident, les différens genres d'oxidation qu'ils sont susceptibles d'éprouver, la température variée à laquelle ils brûlent, les oxides différens par leur état et par la proportion d'oxigène qu'ils contiennent, l'attraction que ce principe exerce sur les métaux, les caractères qui servent à distinguer les oxides des différens métaux ou les différens oxides du même métal.

Dans le huitième paragraphe, j'énonce rapidement les combinaisons dont les métaux sont susceptibles avec les corps combustibles simples, l'hidrogène, le carbone, le phosphore, le soufre, le diamant, ainsi que celles qu'ils forment entre eux. Cet objet n'est qu'un léger aperçu, parce qu'il est traité avec beaucoup de détails à l'article de chacun des métaux.

Le neuvième paragraphe expose l'action réciproque des métaux en général sur l'eau et les oxides. Je divise ces corps en quatre classes sous le rapport de leur action sur l'oxide d'hidrogène : les premiers le décomposent à froid; les seconds seulement à chaud ; ceux de la troisième ont besoin d'un autre corps, d'oxides ou d'alcalis, pour opérer cette décomposition ; ceux de la quatrième ne peuvent même pas la produire à l'aide de ces derniers corps. L'action des métaux et de leurs propres oxides est indiquée à la suite de la précédente, et aussi rapidement qu'elle.

Le dixième paragraphe fait connaître les réactions générales qui ont lieu entre les métaux et les acides. Quoique brièvement énoncée et même présentée comme un léger aperçu, cette réaction montre cependant les différens modes d'altérations que ces corps sont susceptibles de prendre par leur contact : j'ai annoncé que les métaux ne peuvent pas s'unir aux acides sans être préalablement oxidés; que cette oxidation a lieu tantôt aux dépens des acides, tantôt aux dépens de l'eau, quelquefois par l'un et par l'autre ; que les métaux n'adhèrent aux acides que dans un degré déterminé de leur propre oxidation, en-deçà et au-delà duquel toute union entre eux est empêchée ou détruite. J'indique les propriétés les plus générales des sels métalliques, et j'ai toujours l'attention de réduire à quelques termes principaux ces propriétés, fondées en général sur la diverse attraction des métaux pour l'oxigène, et des divers oxides métalliques pour les acides. Enfin je reprends en particulier chacun des acides déja connus, pour décrire le mode d'altération qu'il éprouve de la

part des métaux, et que ceux-ci en reçoivent eux-mêmes.

Les paragraphes onzième et douzième terminent les généralités sur les propriétés chimiques des métaux par l'indication succincte de ce que ces corps éprouvent d'effet de la part des bases salifiables et des sels. J'y réduis, comme dans les précédens paragraphes, ces effets à quelques titres généraux, afin de faire voir d'un coup-d'œil tous les genres d'altérations que les terres, les alcalis et leurs composés salins portent dans les substances métalliques pures ou oxidées, ainsi que celles qu'ils reçoivent d'elles.

Toutes ces généralités, qui composent l'article premier, ont pour but de rendre plus facile à comprendre, et d'abréger par conséquent tout ce qui doit être dit dans les vingt-un articles suivans sur les substances métalliques en particulier.

Le second, renfermant l'examen chimique de l'arsenic et de ses acides, est partagé en deux paragraphes, parce que ce métal fragile et très-combustible présente sous ses trois formes métallique d'acide arsenieux et d'acide arsenique, des états aussi variés qu'ils sont importans à connaître. Dans l'état de métal, je considère successivement, A. son historique; B. ses propriétés physiques; C. son histoire naturelle; D. les travaux docimastiques et métallurgiques auxquels il donne lieu; E. son oxidabilité par l'air; F. son union avec les corps combustibles; G. son action sur l'eau et sur les oxides; H. celle qu'il a sur les acides, et que ceux-ci ont sur lui; I. les effets qu'il éprouve de la part des bases et des sels; enfin, K. ses usages. Ces dix sous-titres comprennent tous les faits chimiques qui peuvent être connus sur ce métal.

Dans le second paragraphe sont traités les deux acides que forme l'arsenic dans ses deux derniers états de combustion. Je nomme acide arsenieux ce qu'on appelait auparavant oxide d'arsenic, parce que ce prétendu oxide présente en effet toutes les propriétés des acides faibles ; il colore en rouge le tournesol ; il a une saveur âcre très-forte ; il est dissoluble dans l'eau ; il s'unit aux alcalis ; il décompose les sulfures ; en un mot, il est à l'acide arsenique ce qu'est le sulfureux au sulfurique, etc.

Les articles troisième, quatrième et cinquième offrent, sous les mêmes divisions en deux paragraphes, le tungstène et l'acide tunstique, le molybdène et l'acide molybdique, le chrome et l'acide chromique. J'ai insisté pour le premier sur l'attraction de son oxide avec les matières colorantes ; pour le second, sur sa ressemblance et ses différences avec le carbure de fer, et, pour le troisième, sur les divers états où il a été trouvé jusqu'ici dans la nature, sur les découvertes auxquelles a donné naissance le nouveau et intéressant métal acidifiable que nous devons au citoyen Vauquelin, en frimaire de l'an 6 (décembre 1797). Le nom de ce dernier corps, tiré de sa propriété colorante, annonce tout ce que les arts peuvent espérer quelque jour de ses usages. Quoique ces trois métaux ne soient pas aussi connus que l'arsenic et que la plupart des dix-sept suivans, j'ai constamment suivi, pour leur histoire, les dix sous-titres qui ont été annoncés pour l'arsenic.

J'en ai usé absolument de même pour les dix-sept articles qui suivent le cinquième. J'ai toujours partagé leur examen par les dix sous-titres énoncés, afin que

l'histoire de tous les métaux fût soumise à une même méthode, et comparable dans tous ses points. Je me bornerai donc, pour rendre compte ici du travail qui les concerne, à énoncer chacun de ces métaux, l'un après l'autre, dans l'ordre où ils sont successivement décrits.

Le titane, objet du sixième article, métal cassant très-nouveau pour les chimistes, découvert en l'an 3 (1795) par M. Klaproth de Berlin, existe assez abondamment en France et sur-tout à Saint-Yrieix, département de la Haute-Vienne, sous la forme de ce qu'on nommait schorl rouge ou d'oxide; il est considéré dans sa réduction docimastique, dans ses combinaisons variées, soit à l'état métallique, difficile à obtenir à cause de son peu de fusibilité, soit à celui d'oxide, soit à celui de carbonate, avec les corps combustibles, l'eau et les oxides, les acides, les bases et les sels. Les plus longs détails qui le concernent sont relatifs à ses composés salins, à son oxidation qui a lieu dans un grand nombre de cas, et à ses usages pour la porcelaine, les émaux, etc.

L'urane, sujet du septième article, autre découverte de M. Klaproth, faite en 1789, peu connu, et n'existant presque pas encore pour les Français, parce qu'il n'y a que très-peu de temps qu'il a été trouvé en France, près d'Autun, par le citoyen Champeaux, ingénieur des mines, a exigé des détails assez longs sur son historique, sur ses états dans la nature, et sur les diverses propriétés qu'on y a reconnues en Allemagne, où il a seulement été examiné jusqu'ici. Il est presque entièrement ignoré sous la forme mé-

tallique, extrêmement difficile à obtenir; on ne l'a presque traité que sous la forme d'oxide; ses usages sont encore nuls, parce qu'il est excessivement rare, et, à ce qu'il paraît, très-peu abondant. Il paraît susceptible de former des couvertes d'un couleur orangée brillante sur la porcelaine.

Le cobalt, décrit dans l'article huitième, auquel le plus grand nombre des chimistes reconnaît aujourd'hui une existence comme métal particulier, est traité avec beaucoup plus de détails que les deux précédens, parce qu'on s'en occupe depuis beaucoup plus long-temps, et parce qu'il a été le sujet d'un très-grand nombre de recherches. J'ai spécialement insisté sur ses différences d'avec les autres métaux fragiles, sur l'art de le purifier, sur ses véritables mines, sur ses combinaisons avec les acides, la couleur bleue que son oxide communique aux vitrifications, et sur son emploi comme principe colorant fixe dans les arts.

Un travail nouveau, entrepris, dans le laboratoire de l'Ecole des Mines, sur les mines de cobalt et sur sa purification, et terminé depuis l'impression de l'article de mon ouvrage relatif à ce métal, me permet d'ajouter ici quelques faits qui n'ont pas pu faire partie de cet article.

La meilleure méthode pour obtenir le colbat pur de ses mines consiste dans les procédés suivans : 1°. les calciner pendant long-temps, en ajoutant tous les quarts d'heure de la poussière de charbon ou de l'huile pour favoriser l'évaporation de l'arsenic; 2°. les dissoudre dans l'acide nitrique, évaporer à siccité et redissoudre dans l'eau; 3°. précipiter par la potasse pure, et faire

bouillir le dépôt avec une lessive du même alcali ; 4°. bien laver le dépôt, le dissoudre dans l'acide acéteux, évaporer plusieurs fois à siccité ; 5°. redissoudre dans l'eau, précipiter par l'ammoniaque, filtrer et reprendre le dépôt par le même alcali volatil ; 6°. enfin évaporer cette dissolution ammoniacale à siccité, et calciner légèrement pour en séparer toute l'ammoniaque. On obtient ainsi un oxide d'un brun rougeâtre, qui, fondu au feu de forge avec un mélange de flux noir, de borax et d'un peu d'huile, réduit en pâte, donne du cobalt bien pur, et dans lequel aucun réactif ne peut montrer aucun vestige de fer.

Le cobalt ainsi purifié a une couleur un peu rosée ; il est quelquefois lamelleux, souvent grenu, quelquefois aussi fibreux ; sa pesanteur = 7.700. Il est attirable à l'aimant, quoiqu'il ne présente aucune trace sensible de fer. Sa fusibilité se rapproche de celle de la fonte de fer. Il ne s'oxide point à l'air froid ; à une haute température, il brûle avec une flamme rouge, et laisse un oxide noir. Cet oxide donne une couleur bleue très-intense à cinquante parties de fer. Tous les sels de cobalt sont précipités en rose par les alcalis, dont un excès donne une couleur bleue au dépôt. L'ammoniaque, en dissolvant l'oxide de cobalt, prend une couleur rouge de vin. Le cobalt précipite le cuivre et le nickel de leur dissolution à l'état métallique.

Il en est du nickel, sujet du neuvième article, comme du cobalt. Les détails qui lui appartiennent sont assez étendus, d'après les expériences auxquelles Bergman l'a soumis en 1775 ; on n'a que très-peu ajouté depuis à ce beau travail. Je n'ai oublié aucune des propriétés

particulières qu'on a reconnues au nickel ; elles prouvent que, malgré l'opinion de plusieurs minéralogistes qui le regardent comme un simple alliage, ce métal est bien distinct et bien caractérisé pour une substance particulière. Le même résultat vient d'être encore obtenu par les dernières recherches faites au laboratoire de l'Ecole des Mines, depuis l'impression de l'article dont je parle ici. Voici ce que ces expériences nouvelles ont appris ou confirmé.

Le kupfernickel est un composé d'arsenic et de nickel. Le fer, le cobalt et le cuivre n'y sont qu'accidentels ; le peu de soufre qui y est contenu est uni au fer en état de pyrite ; l'efflorescence verte de cette mine est de l'arseniate de nickel.

Pour en extraire le métal, on la grille en y ajoutant du charbon ; on dissout la mine grillée dans l'acide nitrique ; on précipite par le fer le cuivre, si la mine en contenait ; on évapore à siccité, on dissout dans l'eau, on précipite par la potasse pure que l'on fait bouillir sur le dépôt ; on filtre, on lave bien le précipité ; on le redissout par l'acide acéteux ; on évapore à siccité et par une douce chaleur ; on dissout de nouveau cet acétite ; on précipite par l'ammoniaque en excès, qui dissout les oxides de nickel et de cobalt ; on fait évaporer la solution qui dépose l'oxide de cobalt en poudre rosée ; la liqueur, ne tenant plus que du nickel, devient bleue ; elle était pourprée par la présence du cobalt. En l'évaporant à siccité, on obtient un oxide de nickel d'un vert de porreau, donnant au borax une couleur rouge d'hyacinthe sans mélange de bleu. On fait avec de l'huile et cet oxide une pâte à

laquelle on ajoute deux ou trois parties de flux noir; on la place dans un creuset, en la recouvrant de borax et de sel marin; on chauffe à une bonne forge pendant une heure et demie : on obtient le nickel débarrassé de cobalt et de fer.

Ce métal ainsi préparé est blanc presque comme de l'argent; et laisse sur la pierre de touche une trace semblable à celle de ce métal : sa pesanteur est 9.000. Il a une densité voisine de celle du fer doux, néanmoins il se laisse plus facilement couper au couteau. Il s'aplatit sous le marteau, et il se lamine à froid plus aisément que le fer; on ne peut pas le recuire sans le brûler et le briser; il se couvre pendant le recuit d'une poussière jaune verdâtre; si le recuit a été trop fort, sa mie est d'un pourpre violet. Il est fortement attirable à l'aimant, et susceptible de s'aimanter comme le fer. Une aiguille de ce métal, aimantée par les procédés ordinaires, se dirige du nord au sud, quand on la suspend à un fil de soie : il a été proposé d'après cela pour la fabrication des boussoles.

Le fer, le zinc, l'étain, le manganèse et le cobalt lui-même précipitent le nickel de ses dissolutions à un état métallique. Les alcalis en séparent un oxide verdâtre; la noix de galle le précipite en blanc grisâtre; les prussiates, en gris verdâtre et les hidrosulfures en noir foncé.

Le manganèse, sujet de l'article dixième, est trop important, sur-tout depuis l'application ingénieuse des découvertes de Schéele sur ce métal à la doctrine pneumatique, pour que je n'aie pas donné à son histoire l'étendue qu'elle mérite. On verra dans cet article, l'un des plus longs de ceux consacrés aux métaux cas-

sans et simplement oxidables, outre plusieurs faits qui me sont particuliers sur l'oxidabilité de ce métal, qu'elle égale la combustibilité du phosphore parmi les corps combustibles non métalliques, sur la réduction de ses oxides, sur les divers degrés d'oxidation, combien l'état actuel de la science en France, et l'ordre que j'ai suivi d'après cet état avancé, jettent de jour sur l'ensemble et la disposition des propriétés de ce corps, presqu'entièrement inconnu il y a vingt-cinq ans, et devenu aujourd'hui l'un des plus remarquables instrumens des chimistes, comme il est l'un des plus importans réactifs dans plusieurs arts.

Le bismuth, traité dans l'article onzième, et bien connu depuis plus d'un siècle, parce qu'il y a longtemps que ses usages particuliers l'ont fait distinguer de toutes les autres substances métalliques, n'a presque rien de plus dans son histoire que ce que j'avais déja consigné dans mes Elémens de Chimie, si ce n'est l'ordre différent dans lequel j'ai suivi ses propriétés, des développemens plus grands sur la plupart d'entre elles, et sur-tout la clarté que la doctrine pneumatique et la méthode qu'elle m'a fournie répandent sur ces corps combustibles.

L'antimoine, article douzième, métal étudié depuis plusieurs siècles, avec une ardeur infatigable, par les alchimistes qui l'ont toujours considéré comme un de leurs plus précieux réactifs; par les pharmacologistes qui, à travers des prétentions ridicules sur les alkaësts médicinaux et les panacées, y ont puisé plusieurs médicamens très-utiles, devait être examiné avec un soin particulier, à cause des nombreuses combinaisons aux-

quelles il a donné naissance. Aussi son article est-il beaucoup plus étendu que ceux des autres métaux cassans non acidifiables; il est en quelque sorte double de tous ceux-ci, parce qu'il fallait indiquer et les composés formés par ce métal, et les composés de son sulfure, beaucoup plus souvent employé que le métal dans les préparations pharmaceutiques et usuelles. On se perdait autrefois dans le dédale des faits, tous incohérens et inexplicables, qui composaient son histoire chimique ou plutôt pharmaceutique. Un des résultats les plus frappans des grands avantages de la doctrine pneumatique, c'est d'éclaircir tous les phénomènes qui n'avaient autrefois qu'une profonde et presque inextricable obscurité; c'est de faire bien concevoir et d'enchaîner les uns aux autres tous les faits qui n'avaient, dans l'ancienne chimie, ni rapport entre eux, ni liaison même apparente : telle était l'histoire chimique de l'antimoine. La simplicité et la lucidité de la chimie actuelle m'a permis de donner à cette histoire ce qui lui manquait il y a quelques années encore. Les découvertes récentes du citoyen Berthollet sur les hidrosulfures, et du citoyen Thenars sur les divers états d'oxidation de l'antimoine; découvertes dont j'ai dû faire un emploi presque continuel pour la rédaction de cet article, ont beaucoup contribué à porter la clarté et l'ordre qui le distinguent parmi tous les articles consacrés aux métaux en particulier.

Le tellure, article treizième, métal cassant, confondu d'abord avec l'antimoine, découvert comme métal particulier, il y a bientôt deux ans, par M. Klaproth, dans quelques mines d'or de Transylvanie, si remar-

quable par son extrême fusibilité, sa volatilité qui égale presque celle du mercure, son oxide jaune de paille, très-fusible, très-cristallisable, très-réductible, très-soluble dans les alcalis, destiné à tenir dans la méthode chimique le milieu entre l'antimoine et le mercure, n'a été décrit que d'après les seules expériences du chimiste de Berlin, parce qu'il n'y a encore que lui qui s'est occupé de ce métal nouveau, dont les mines sont très-rares et très-peu abondantes. On ne les a encore trouvées qu'en Transylvanie.

Le mercure, sujet de l'article quatorzième, est d'une telle importance par toutes ses propriétés; les découvertes nombreuses qui le concernent sont liées si étroitement avec toutes celles de la chimie comme avec la plupart des connaissances humaines, que j'ai cru devoir donner à son histoire tous les développemens dont elle est susceptible. Renfermant en quelque sorte dans l'ensemble de ses propriétés tous les faits propres à offrir les bases des plus importantes théories de la science, je l'ai présenté comme l'un de ces corps destinés à exercer une grande influence sur les progrès de la chimie et de la physique en général, et j'ai dû dès-lors entrer dans de grands détails sur ce métal. Aussi son article est-il l'un des plus longs de ceux qui appartiennent aux substances métalliques.

J'ai fait voir, dans le premier sous-titre A, combien les chimistes s'en étaient occupés dans tous les temps, et à combien de découvertes il avait donné naissance.

J'ai exposé dans le second, B, toutes ses propriétés physiques, son éclat brillant, sa divisibilité en globules, sa fluidité sèche, sa condensabilité, sa solidifi-

cation par le froid, sa congélation et sa cristallisation opérées par divers moyens refroidissans depuis 1759 jusqu'à nos jours ; sa ductilité légère dans l'état solide, sa dilatabilité par le calorique, sa vaporosité et sa volatilité, sa propriété conductrice pour l'électricité et le calorique, sa qualité lumineuse et électrique, son odeur et sa saveur. J'ai eu soin de remonter aux sources de chacune des découvertes qui concernent ces propriétés.

Le troisième sous-titre, C, est relatif aux états divers du mercure dans l'intérieur du globe. Je les ai réduits à quatre ; savoir, le mercure natif, le mercure amalgamé, l'oxide de mercure sulfuré rouge, et le muriate de mercure. J'ai indiqué les variétés de chacun de ces états, les seuls où la nature présente ce métal.

Dans le quatrième sous-titre, D, j'ai compris la docimasie et la métallurgie du mercure. La première offre les principaux essais par la voie sèche et par la voie humide, que l'on a coutume de faire pour reconnaître ses mines, ainsi que ceux qu'on emploie pour estimer sa pureté ; la seconde contient un précis des procédés que l'on pratique dans différens pays pour extraire le mercure des minérais qui le recèlent.

Dans le cinquième, E, je m'occupe de l'oxidabilité du mercure par l'air ; j'y trace la route que les chimistes ont suivie pour l'obtenir, depuis l'époque où ils l'avaient crue impossible jusqu'à celle où ils ont découvert comment elle avait lieu. J'y décris différens degrés de cette combustibilité qui avaient été longtemps méconnus, et j'insiste sur la première oxidation en noir, ainsi que sur les différens états de l'oxide rouge, et sur sa réduction qui annonce l'attraction

variée des différentes portions d'oxigène qui lui sont unies.

Le sixième sous-titre, F, fait connaître les unions dont ce métal est susceptible avec les corps combustibles, et sur-tout celles avec le phosphore, le soufre, et quelques métaux qui forment ses composés les plus nombreux et les plus variés : toutes leurs propriétés y sont exposées avec beaucoup plus de détails, et poursuivies beaucoup plus loin qu'on n'a coutume de le faire dans tous les livres de chimie.

Le septième sous-titre, G, qui a rapport à l'action du mercure sur l'eau et sur les oxides, est beaucoup plus court, parce que cette action est presque nulle ou au moins très-faible ; c'est un des métaux qui agissent le moins sur ces corps.

Il n'en est pas de même des acides traités par le mercure dans le sous-titre H ; c'est celui de tous qui offre le plus d'étendue et en même temps le plus de faits nouveaux. Tous les acides, mais sur-tout le sulfurique, le nitrique et le muriatique, exercent sur le mercure une action, ou sur ses oxides une attraction qui font naître une grande quantité de phénomènes importans et de combinaisons remarquables. Les découvertes modernes ont sur-tout beaucoup étendu et en même temps précisé nos connaissances sur ces combinaisons. On trouvera sur les sulfates, les nitrates et les muriates de mercure une grande suite de détails peu connus jusqu'ici, et des considérations différentes de ce qu'on a présenté jusqu'à présent sur ces sels. Les travaux de Schéele, de Bergman, de Lavoisier, du citoyen Berthollet, et les miens propres,

sur la plupart de ces combinaisons, m'ont fourni une moisson abondante de faits neufs et d'explications heureuses, qui me permettent d'annoncer cette partie la plus approfondie de l'histoire du mercure comme beaucoup plus avancée que tout ce qu'on a présenté sur le même objet. J'en dirai autant du sulfite, du phosphate, du carbonate, du chromate de ce métal, dont, à la vérité, la plupart des ouvrages, ou n'avaient encore fait aucune mention, ou n'avaient au plus qu'indiqué l'existence. Des diverses parties ou sous-divisions qui partagent le traité du mercure, celle-ci est la plus détaillée, la plus complète et la plus soignée.

Il n'y a que peu de détails en comparaison dans le sous-titre suivant, I, parce que les bases salifiables et les sels dont il y est question n'ont que bien peu d'effet sur le mercure, et n'en éprouvent qu'un bien faible de sa part. J'ai cependant décrit avec soin celui que l'oxide de ce métal reçoit de la part des alcalis, et sur-tout de l'ammoniaque, et l'action lente que le mercure exerce sur les muriates, et spécialement sur celui d'ammoniaque.

Le dernier sous-titre, K, où il est fait mention de ses usages, contient quelques résultats nouveaux sur son action médicamenteuse et sur sa cause.

Je n'ai donné cette notice étendue sur le mercure que pour faire bien apprécier au lecteur et à l'étudiant la marche que j'ai suivie, et tout le soin que j'ai mis dans l'exposé des métaux les plus importans.

Le zinc, qui suit dans l'article quinzième, est mis à

cette place dans l'ordre que j'ai adopté, parce qu'il se rapproche des métaux proprement dits, sur-tout de l'étain, qui le suit immédiatement, et avec lequel les chimistes lui ont depuis long-temps trouvé de fortes analogies. On trouvera dans son histoire plusieurs faits nouveaux sur son influence dans le galvanisme, sur ses mines, ses essais, ses alliages, ses combinaisons avec l'hidrogène, avec le phosphore et les acides.

L'étain est traité dans l'article seizième avec une exactitude qui ne le cède point à celle de tous les autres articles, soit dans l'exposé de ses propriétés physiques, de ses mines, de ses essais, soit dans celui de son union avec le phosphore, le soufre et les autres métaux, sur-tout dans ses combinaisons avec les acides. Les découvertes des citoyens Adet, Guyton et Pelletier sur le nitrate et les muriates de ce métal m'ont fourni des détails qui n'avaient point encore été compris dans les traités de chimie.

Le plomb, renfermé dans l'article dix-septième, est encore un des métaux qui ont exigé le plus de détails, parce que ses propriétés nombreuses et ses combinaisons multipliées sont très-bien connues. La doctrine pneumatique a beaucoup contribué à rendre son histoire facile, méthodique et complète. Tout ce qui en dépend, la disposition et la connaissance de ses mines si variées, leur essai par la voie sèche et la voie humide, leur traitement métallurgique, l'oxidation du métal par l'air, son union avec le phosphore, le soufre, les métaux, son altération et sa dissolution dans les

acides, son action sur-tout dans l'état d'oxide sur les alcalis et les sels, reçoivent aujourd'hui une lumière éclatante par les principes de la doctrine française. Les découvertes récentes sur sa dernière oxidation en brun, entrevue par Schéele, et si bien développée depuis par M. Proust et le citoyen Vauquelin, sur plusieurs de ses combinaisons avec les acides, sur quelques-unes de ses mines, sur l'effet que les oxides font éprouver à quelques muriates, m'ont beaucoup servi dans la rédaction des faits nouveaux relatifs à ce métal.

Que n'aurais-je point à dire de l'article dix-huitième, consacré au fer, si je devais expliquer avec détail ce qui constitue l'histoire de chacune des substances métalliques traitées en particulier dans cette section! Ce métal, si différent des autres par ses caractères, son magnétisme, sa présence dans les corps organisés, son abondance même à la surface du globe qui semble l'offrir à l'homme comme un des ses premiers et de ses plus pressans besoins; ce corps si varié dans ses formes, si important par ses usages, qui ajoute une puissance et une force nouvelle à l'esprit humain, depuis l'art de mouvoir les masses les plus lourdes, jusqu'à celui de deviner sur les déserts de l'océan le lieu que parcourt le navigateur, depuis l'emploi du simple levier le plus grossier, jusqu'à celui du ressort délicat qui fait mouvoir les gardes-temps, et du burin habile qui transmet aux âges futurs les images de nos héros et les événemens glorieux; cet être qui mesure en quelque sorte, par le nombre des

services qu'ils savent en tirer, et des états divers qu'ils lui donnent, l'intelligence et le perfectionnement des peuples comparés, offre au philosophe, au géomètre, au marin, à l'astronome, au médecin, au mécanicien, des ressources si multipliées, des instrumens si précieux, des avantages si grands, que le chimiste, dont les travaux doivent précéder et éclairer les divers emplois de ce métal, ne saurait en développer les propriétés avec trop de soin. Telle est la raison de la grande étendue et des longs détails que j'ai donnés sur le fer. Son histoire, encore plus longue que celle du mercure, et divisée en dix sous-titres comme celle de tous les autres métaux, contient, dans chacune de ces divisions, tous les faits qui y sont relatifs, toutes les découvertes anciennes et modernes, toutes les considérations utiles fournies par leurs résultats. Énoncé des travaux auxquels il a été soumis successivement; exposé précis de ses propriétés physiques si singulières et si distinctives; classification méthodique et description de ses mines, d'après les derniers travaux du citoyen Haüy; généralités exactes sur sa docimasie et sa métallurgie; phénomènes et résultats de ses divers degrés d'oxidabilité par l'air; ses unions avec l'hidrogène, le carbone, le phosphore, le soufre et les métaux; comparaison de la fonte, du fer et de l'acier; détails étendus sur les alliages; action qu'il exerce si fortement sur l'eau, et les oxides qu'il décompose, presque tous avec une égale facilité; effets multipliés qu'il éprouve de la part des acides, et qu'il leur fait éprouver; exposition très-détaillée de ses différentes combinaisons salines; les deux états de son sulfate,

ceux de ses diverses précipitations ; les adhérences qu'il contracte, les composés qu'il forme, les couleurs qu'il prend et qu'il communique avec les terres les alcalis et les sels : voilà la série des objets présentés avec méthode dans cet article. Quelque long qu'il paraisse, il est bien éloigné de l'immense profusion de détails contenus dans quelques ouvrages anciens et modernes sur le fer ; et cependant il contient une bien plus grande suite de faits, et sur-tout une liaison, un ensemble bien plus précieux entre ces faits, qu'aucun des traités publiés sur cette importante matière. On peut considérer cet article comme une histoire monographique de ce métal, rédigée avec le plus de précision et de méthode qu'il m'a été possible, formant, à l'aide de la doctrine pneumatique qui en éclaire également toutes les parties, le système le plus complet des connaissances acquises aujourd'hui sur le fer.

L'article du cuivre (dix-neuvième), beaucoup moins longuement traité que le fer, contient cependant aussi un très-grand nombre de faits sur ses propriétés. J'ai eu peu de choses à dire sur l'historique de ses découvertes, et sur ses propriétés physiques. Ses divers états dans la nature, ses mines, qui constituent des suites très-nombreuses et très-variées par leur forme et leur couleur dans les collections, m'ont occupé davantage pour les réduire à ce qu'elles ont réellement de différentes espèces. Le sous-titre D, de ses essais et de sa métallurgie, a exigé encore quelque étendue en raison de l'importance et du nombre de ces opérations, quoique je n'aie voulu donner que des sommaires : mais

les divisions relatives aux vraies propriétés chimiques, aux actions de l'air, de l'eau et des oxides, des acides, des bases et des sels sur le cuivre, sont les parties les plus soignées et les plus détaillées. Parmi tous les faits anciennement connus sur ses propriétés, doivent ressortir en quelque manière comme plus nouveaux et plus saillans les divers états des oxides de cuivre, leurs différences, leurs passages respectifs, les combinaisons de ce métal avec le phosphore et le soufre, la belle phosphorescence du sulfure de cuivre, plusieurs de ses alliages relativement sur-tout à l'art de les analyser, tels que le laiton et le métal de cloches, le sulfite de cuivre, inconnu avant les recherches qui me sont communes avec le citoyen Vauquelin ; le nitrate de cuivre et son précipité par la chaux éteinte, qui forme les cendres bleues, les différences de l'arseniate et de l'arsenite de cuivre, le premier bleuâtre ; le second formant le vert de Schéele ; enfin l'action de l'ammoniaque sur ses oxides. On reconnaîtra d'ailleurs constamment la doctrine pneumatique portant dans l'histoire de ce métal une clarté et une précision qui n'y existaient pas avant l'admission et la consolidation de cette belle théorie.

L'argent, l'or et le platine, articles XX, XXI et XXII, formant ensemble le dernier genre des métaux, parce qu'ils se rapprochent par leur grande ductilité et leur difficile oxidabilité, toujours réunis en raison de leurs rapports sous le nom ancien de *métaux parfaits*, objets des longues et patientes recherches des alchimistes, qui, sans trouver la transmutation qu'ils cher-

chaient, ont au moins trouvé une foule de combinaisons qu'ils ne cherchaient pas, sont traités avec les soins et les détails convenables à leur importance. Leur histoire chimique n'a pas moins gagné par la certitude et la simplicité des résultats de la doctrine pneumatique, que celle de tous les métaux précédens. La plupart des phénomènes qui les concernent et des faits particuliers qu'ils présentent, dépendent du peu d'attraction qui existe entre eux et l'oxigène, de la difficulté avec laquelle ils s'y unissent, de la facilité avec laquelle ce principe s'en sépare. C'est à cela que tiennent leur inaltérabilité à l'air, la nécessité de moyens violens, tels que la fulguration pour les brûler, la réduction si prompte de leurs oxides, le peu d'action de la plupart des acides sur ces métaux, la puissance qu'exerce sur eux l'acide muriatique oxigéné, l'altération si remarquable que leurs oxides subissent par l'ammoniaque et la fulmination dont leurs combinaisons avec cet alcali sont susceptibles. C'est encore sur les premiers caractères chimiques qu'est fondé l'art de purifier ces métaux, de les extraire de leurs alliages, de les en retirer sans perte ou avec très-peu de perte, de les essayer ou d'en reconnaître le titre. On doit voir, en un mot, cette faible adhérence des trois derniers métaux pour l'oxigène comme le point autour duquel roulent toutes les propriétés qui les caractérisent, comme on a vu l'attraction plus ou moins forte de tous les autres pour ce principe, être le centre unique des phénomènes variés qu'ils nous ont offerts. La grande simplicité que cette base donne à leur histoire, doit rendre celle-ci plus courte et plus aisée à comprendre

qu'on ne l'a vu pour plusieurs des autres métaux. Aussi, quoique je n'aie rien oublié pour rendre cette histoire complète, les trois derniers articles offrent-ils beaucoup moins d'étendue et de détails que la plupart des précédens.

J'ai néanmoins donné des développemens suffisans à l'histoire des mines d'argent, de ses alliages négligés dans les élémens que l'on possède, de ses combinaisons salines, sur-tout de son nitrate et de son muriate, de leurs décompositions par les autres métaux, de l'argent fulminant, espèce d'argentite ammoniacal, de la non décomposition de son muriate par les alcalis fixes, et de la décomposition contraire du muriate de soude par l'oxide de ce métal, enfin des usages de l'argent.

J'ai eu soin d'insister dans l'histoire de l'or sur ses belles propriétés physiques, sur les essais et le traitement des minéraux aurifères, sur son oxidation par l'air, sur quelques-uns de ses alliages trop peu décrits et trop mal connus dans la plupart des ouvrages de chimie, sur sa purification, son affinage et l'art important de reconnaître son titre, sur le muriate d'or, sur l'or fulminant, sur les rapports de la dissolution muriatique d'or avec celle de l'étain, sur le pourpre de Cassius, enfin sur les usages de ce métal précieux. Tout son article, autrefois obscur et rempli de faits incohérens, est devenu, à l'aide de la doctrine pneumatique, d'une précision et d'une clarté qu'on desirait en vain dans l'ancienne chimie. Les phénomènes autrefois inexplicables de ses divers précipités et de la plupart même de ses combinaisons,

ont acquis une lucidité qui, en les rendant faciles à concevoir, ajoute nécessairement à la force de la théorie à laquelle elle est due.

Le platine, quoique soumis à un grand nombre de recherches successives depuis plus de quarante années, est cependant beaucoup moins connu que l'argent et l'or. Cela vient certainement de l'extrême difficulté de l'obtenir pur et de l'examiner seul et sans alliage. Il y a lieu d'espérer que les moyens actuels de la chimie et la grande occasion de travailler ce métal réfractaire et presque infusible, pour la fabrication des étalons des poids et mesures républicaines, ouvriront aux chimistes de l'Institut de France une carrière nouvelle ; et déja leurs premiers essais nous promettent des connaissances plus exactes sur les propriétés de ce beau métal. Mais à peine ce nouveau travail est-il commencé; il m'a été impossible de faire entrer les premiers résultats qu'il nous a présentés dans mon article du platine, parce qu'ils ne sont pas suffisamment confirmés. J'ai donc été forcé de puiser dans les sources connues, et de laisser ou des obscurités ou de grandes lacunes dans son article. Cependant j'ai présenté les faits les plus récemment découverts sur le platine, tels que le procédé que suit à Paris le citoyen Jeannety pour le travailler; sa fusion par le gaz oxigène décrite par Lavoisier ; les alliages principaux qu'il forme et qui sont tous plus ou moins importans à connaître; sa singulière combinaison avec le phosphore, dont Pelletier avait cherché à tirer parti pour purifier ce métal; les sels triples si nombreux et si fréquens auxquels il donne naissance, et

qui tous, chauffés fortement, conduisent à sa réduction et à sa purification; sa remarquable oxidation et son apparente destruction par le nitre, si bien entrevues par Margraf, Lewis, et depuis bien mieux déterminées par le citoyen Guyton; les essais déja tentés sur sa séparation d'avec d'autres métaux par les divers précipitans de ses dissolutions, etc.

Ainsi la section des matières métalliques, traitée avec tous les détails nécessaires dans chacun de ses articles, ne le cède, par les développemens qui les constituent, à aucune de celles qui la précèdent : ces corps si importans dans la société y sont étudiés et suivis dans toutes leurs propriétés, de manière à ce qu'aucun ouvrage n'en offre un ensemble aussi étendu et aussi complet.

NOTICE DE LA SEPTIÈME SECTION.

Les matières végétales, dont l'histoire appartient à la septième section du Systême, étant des composés très-différens de ceux qui existent parmi les fossiles, et les problêmes que la chimie se propose de résoudre sur la nature de ces matières étant d'un ordre plus élevé que ceux que présentent les composés minéraux, la marche de la science ne devait pas être la même dans cette section que celle qui m'a dirigé dans les sections précédentes. Ici la simple division en articles ne peut plus suffire. Les phénomènes chimiques qui caractérisent les composés végétaux sont trop compliqués et trop nombreux, pour ne pas exiger dans leurs différences comparées une distinction préliminaire. Il

faut d'ailleurs pour les bien concevoir ne pas ignorer en quoi la structure organique des plantes s'éloigne du tissu lamelleux, fibreux ou grenu, mais toujours simple des matières fossiles. Dans cet examen, il n'est pas moins nécessaire de connaître la nature chimique des matières végétales en général, que celle des matériaux immédiats des plantes en particulier; de déterminer comment les procédés chimiques de la nature diffèrent à leur égard des procédés de l'art, ainsi que les rapports qu'on peut établir entre leurs propriétés chimiques et les phénomènes de la végétation. Ces considérations sur la chimie végétale, telle qu'elle est traitée d'après les découvertes modernes, m'ont conduit à diviser d'abord la septième section en six ordres de faits.

J'examine dans le premier la structure des végétaux et les différences qu'elle présente d'avec les corps inorganiques.

Dans le second, je traite de la nature ou de la composition chimique des plantes en général.

Le troisième ordre de faits est consacré à l'examen des propriétés chimiques des substances végétales en général.

Le quatrième ordre de faits est destiné à l'exposition des divers matériaux des plantes en particulier.

Au cinquième ordre de faits appartiennent les altérations spontanées dont les matières végétales sont susceptibles.

Enfin, je range dans le sixième et dernier ordre de faits relatifs à la chimie végétale, les phénomènes chimiques que présente la vie des plantes, ou l'expli-

cation chimique des fonctions qu'exercent les végétaux vivans.

Je dois reprendre chacun de ces six ordres pour faire connaître rapidement ce qui constitue chacun d'eux.

Le premier, traitant de la structure des végétaux, est divisé en quatre articles, et comprend successivement 1°. la structure extérieure des plantes ou l'énumération de leurs parties externes, d'après la méthode et la nomenclature des botanistes; 2°. leur anatomie ou la stucture de leurs organes intérieurs; 3°. l'exposé des phénomènes apparens de leur vie; 4°. celui des utilités générales des végétaux dans l'économie de la nature. C'est une esquisse légère de philosophie botanique, destinée à servir d'introduction à la chimie végétale.

Le second ordre de faits, ayant pour objet la composition chimique générale des végétaux, est aussi partagé en quatre articles. Dans le premier, je montre la série des découvertes qui ont été faites dans la chimie végétale, depuis les premières recettes chimico-pharmaceutiques des Arabes, jusqu'aux sublimes recherches de Lavoisier et des modernes; dans le second, j'indique les différentes méthodes d'analyser les végétaux, et j'en compte huit espèces; dans le troisième, j'énonce les résultats généraux de toutes ces analyses par rapport à la composition végétale; et dans le quatrième, je fais entrevoir les applications les plus générales des faits découverts par les analyses aux phénomènes de la vie végétale, et à ceux des altérations que les plantes éprouvent après leur mort.

Un plus grand nombre d'articles a été nécessaire pour comprendre dans le troisième ordre de faits tout ce qui y est relatif aux propriétés chimiques des composés végétaux considérés dans leur ensemble. Cet ordre est partagé en huit articles. Le premier traite de ce que j'entends par ces propriétés générales ; j'y fais voir qu'il est essentiel d'examiner comment le composé végétal diffère du minéral dans le mode des altérations qu'il est susceptible d'éprouver par les réactifs ; dans le second article, je décris les effets du calorique en différentes proportions sur la substance végétale, depuis son simple desséchement jusqu'à sa décomposition complète ; dans le troisième, j'expose les effets de l'air ; dans le quatrième, ceux de l'eau ; dans le cinquième, ceux des acides. Ce dernier article, quoique ne présentant qu'une généralité, contient, et des faits qui n'avaient point été annoncés encore, et une théorie beaucoup plus exacte et beaucoup plus étendue que celle qu'on avait donnée jusqu'ici. Il en est de même de l'article sixième, où j'examine l'action des terres et des alcalis sur le composé végétal ; et du septième, où je traite de l'action des sels sur ce composé : ils offrent plusieurs résultats qui me sont particuliers, soit pour les expériences, soit pour la doctrine. Le huitième article, dernier du troisième ordre, et qui a pour objet l'action des métaux, de leurs oxides, de leurs sels sur les substances végétales, toujours considérées ici comme un seul composé, présente également des notions nouvelles sur la manière d'agir de ces corps ; j'y montre comment ils peuvent servir à l'analyse des substances végétales, et à la détermination de leurs principes constituans.

Le quatrième ordre de faits renferme l'analyse végétale proprement dite, ou l'examen de toutes les matières végétales en particulier, c'est-à-dire de ce qu'on a nommé les *matériaux immédiats des plantes*, parce qu'ils servent immédiatement à les constituer. Il est divisé en vingt-quatre articles, et il comprend tous les détails nécessaires à la connaissance exacte de chacun de ces matériaux.

Les trois premiers articles de cet ordre exposent, 1°. ce qu'on doit entendre par matériaux immédiats des plantes et le lieu différent qu'ils y occupent suivant leur nature diverse; 2°. les moyens de les extraire sans leur faire subir d'altération, afin de pouvoir les connaître tels qu'ils existent dans le tissu végétal; 3°. le dénombrement et la classification de ces matériaux. Ces trois articles manquent jusqu'ici dans tous les ouvrages connus; ils sont cependant indispensables pour guider la marche des chimistes et pour la rendre méthodique; ils me servent sur-tout à répandre une clarté desirée en vain jusqu'à présent dans les résultats de l'analyse végétale, et à faire distinguer cette partie de la science des arts chimiques, et spécialement de la pharmacie, avec laquelle ce genre d'analyse a été trop long-temps confondu.

Les vingt articles qui suivent les trois premiers, depuis l'article quatre jusqu'au vingt-troisième inclusivement, offrent l'histoire des vingt matériaux immédiats des végétaux, différens les uns des autres, et que je considère dans leur ensemble comme constituant tous les produits de l'analyse primitive ou immédiate des plantes. Pour mieux décrire les caractères de ces

matériaux, je traite chacun d'eux exactement de la même manière et en suivant strictement le même ordre dans leur examen. Chaque article est constamment divisé en six titres précédés des six premières lettres de l'alphabet; savoir,

A. Le siége ou le lieu de la plante qui contient la matière dont il s'agit;

B. Son extraction ou les procédés qu'on emploie pour l'obtenir isolée;

C. Ses propriétés physiques, forme, consistance, saveur, odeur, couleur, pesanteur, etc.

D. Ses propriétés chimiques ou la manière dont elle est altérée, modifiée, changée, décomposée par les différens corps qu'on fait réagir sur elle;

E. Ses espèces ou plutôt les variétés diverses sous lesquelles cette matière se présente;

F. Enfin, les usages auxquels elle est employée.

C'est ainsi que j'examine successivement les vingt matériaux suivans:

1°. La sève analysée seulement par les chimistes modernes, contenant plusieurs matières différentes, s'aigrissant avec promptitude et facilité;

2°. Le muqueux, fade, visqueux et collant sous la forme de mucilage; sec, cassant et transparent sous celle de gomme, donnant au feu de l'eau, de l'acide acéteux altéré par une huile brûlée, qui l'avait fait prendre pour un acide particulier, nommé pyromuqueux; fournissant par l'acide nitrique un acide pulvérulent et insoluble, comme le sucre de lait, etc., se montrant en dernière analyse comme un oxide de carbone hidrogéné;

3°. Le sucre bien caractérisé et séparé du muqueux par sa saveur, sa forme cristalline, la plus grande quantité d'eau et d'acide acéteux qu'il donne par la distillation, sa dissolution sirupeuse dans l'eau, et ses différens degrés de cuisson, l'absence de l'acide pulvérulent insoluble par l'acide nitrique, et la propriété exclusive de former une liqueur alcoolique par la fermentation;

4°. Les acides végétaux, ou plutôt l'acide végétal en général. Cet article est traité d'une manière assez nouvelle et assez éloignée de ce qui a été dit jusqu'ici sur cet objet, pour exiger quelques détails. C'est une histoire complète, quoique très-précise, de l'acidification végétale; j'y considère ce phénomène dans sa plus grande étendue; je fais voir d'abord combien il est général dans les matériaux des plantes, combien ces matériaux y sont sujets; je montre l'analogie qui existe entre les divers acides végétaux, les passages successifs qu'ils éprouvent ou les conversions réciproques qu'ils subissent; je partage les diverses formes d'acide ou les modifications dont l'acidification végétale est susceptible, en six genres : c'est le sujet du premier paragraphe de ce septième article. Les six paragraphes suivans comprennent les six genres d'acides végétaux distincts; savoir,

Le premier genre ou les acides natifs et purs, au nombre de cinq espèces, l'acide gallique, le benzoïque, le succinique, le malique et le citrique;

Le second genre, ou les acidules formés d'acides en partie saturés de potasse, l'acidule oxalique ou sel d'oseille, l'acidule tartareux ou le tartre : ces acides

oxalique et tartareux purs sont examinés après chacun de leurs acidules ;

Le troisième genre, ou les acides empyreumatiques, produits par l'action du feu sur les matières végétales ; le pyromuqueux, le pyroligneux et le pyrotartareux. Depuis l'impression de cet article, ce genre d'acides a été détruit par les nouvelles recherches auxquelles nous avons été engagés le citoyen Vauquelin et moi. Il en a résulté que les trois acides distillés qui le composent, et qui sont le produit des mucilages, des bois et du tartre distillés, ne sont que de l'acide acéteux tenant en dissolution une huile empyreumatique provenant de l'action du feu sur chacune de ces substances. En effet, combinés avec les terres et les alcalis, ils donnent des acétites très-reconnaissables et entièrement semblables les uns aux autres ; on ne trouve aucune différence sous ce rapport entre les pyromucites, les pyrolignites et les pyrotartrites ; ils fournissent tous de l'acide acéteux identique quand on les distille avec de l'acide sulfurique. D'un autre côté, de l'acide acéteux pur distillé avec l'espèce d'huile empyreumatique que l'on obtient des mucilages, des bois ou des tartrites, ou même agité quelque temps avec ces huiles, prend l'odeur, la couleur brune, et toutes les propriétés sensibles qui caractérisent ces acides produits par le feu : cette découverte, en multipliant les sources de l'acétification, diminue de trois espèces le nombre des acides végétaux.

Le quatrième genre des acides végétaux, traité dans le 5e paragraphe du septième article, comprend les acides factices nouveaux ou différens de ceux que l'on

trouve dans la nature, productions dues à l'action de l'acide nitrique sur des matières végétales non acides. Il y a trois espèces dans le genre; savoir, 1°. l'acide muqueux : je nomme ainsi celui qui a été appelé, dans la nomenclature méthodique, *sacchlactique*, parce qu'on le forme sur-tout avec le sucre de lait; le nom nouveau que je lui impose est plus général, et tiré de ce qu'il est formé par les corps gommeux et mucilagineux, comme par le sucre de lait; 2°. l'acide camphorique; 3°. l'acide subérique. Ces deux derniers, formés par l'action de l'acide nitrique sur le camphre et sur le liége, ne sont qu'indiqués dans cet article; j'en traite avec plus de détails dans l'histoire particulière de ces deux matières.

Le paragraphe VI, comprenant le cinquième genre des acides végétaux, appartient aux espèces artificielles formées par l'action de l'acide nitrique et imitant celles de la nature, renferme trois espèces; savoir, l'acide malique, l'acide tartareux et l'acide oxalique factices; je n'ai eu qu'à exposer ici les moyens par lesquels on les obtient, puisque ces acides ont déja été examinés dans les paragraphes II et III. J'aurais pu y ajouter l'acide acéteux, l'un de ceux qu'on produit le plus fréquemment par l'acide nitrique, si je n'en avais pas parlé dans le paragraphe VII et dernier, en y traitant de ceux qui se forment par l'effet de la fermentation. J'ai dû remettre cependant, d'après l'ordre que j'avais adopté, l'histoire des acides acéteux et acétique au cinquième ordre de faits où j'avais à traiter des altérations spontanées dont les végétaux sont susceptibles, et des produits de ces altérations.

5°. La fécule, traitée dans le huitième article du quatrième ordre de faits, offre dans la méthode que j'ai constamment suivie pour tous les matériaux immédiats des plantes, un intérêt d'autant plus grand par rapport à l'exposé de son siége, de son extraction, de ses propriétés physiques et chimiques, de ses espèces ou modifications diverses, que ses usages la présentent comme une des substances les plus importantes pour le soutien de la vie, puisqu'elle fait une des bases principales de la nourriture de l'homme et des animaux.

6°. Le glutineux, sujet du neuvième article, est traité avec d'autant plus de soin que, lié avec la fécule et accompagnant l'aliment le plus précieux, la farine de froment, il lui donne d'une part des propriétés qui n'appartiennent qu'à cette farine, et de l'autre, il la rapproche des matières animales par ses caractères chimiques, dus à la présence de l'azote fixé parmi ses principes.

7°. L'extractif, compris dans le dixième article comme le septième des matériaux immédiats des plantes, n'a rien qui ressemble à ce qu'on nommait autrefois des extraits. Après en avoir fait, il y a douze ans, l'un des sujets de mes études les plus approfondies, relativement à l'analyse du quinquina, je devais en exposer les propriétés de manière à en donner une idée bien différente de celle qu'on en avait eue jusque-là. Ce n'est plus une préparation pharmaceutique, c'est un corps particulier, coloré, sapide, soluble, absorbant l'oxigène qui le rend indissoluble dans l'eau, contenant presque toujours des acétites, et qu'on peut compter autant dans la liste des matières colorantes et tincto-

riales que dans celle des médicamens ; c'est un composé plus compliqué que tous les précédens.

8°. L'huile fixe, huitième des matériaux végétaux, traitée dans le onzième article, est considérée sous plusieurs rapports nouveaux, soit relativement à sa nature et à son siége, soit relativement à ses variétés et à ses nombreux usages.

9°. La cire et le suif des végétaux, neuvième de leurs matériaux, n'avaient point été compris jusqu'à présent dans cette classe ; et cependant ils méritent d'être soigneusement distingués, soit par leur nature, soit par leur fréquence, soit par leurs usages. Je fais voir qu'ils proviennent d'huiles fixes épaissies par l'absorption de l'oxigène, et le plus souvent exposées à l'air en gouttelettes ou en couches très-minces à la surface des graines qui les contiennent.

10°. L'huile volatile, dixième des matériaux immédiats des plantes, est traitée dans le treizième article, et considérée sur-tout dans sa comparaison avec l'huile fixe. Je la décris comme un composé dont l'hidrogène prédominant fait le caractère principal.

11°. Le camphre, sujet du quatorzième article, est présenté comme accompagnant constamment l'huile volatile dont il se rapproche, et dont il diffère cependant par quelques caractères particuliers, sur-tout par son état concrèt et cristallin, sa dissolubilité dans les acides, sa conversion en un acide particulier par l'action de l'acide nitrique.

12°. La résine, douzième des matériaux immédiats des végétaux, sujet du quinzième article, semble être à l'huile volatile ce qu'est la cire à l'huile fixe. Après

en avoir présenté les caractères génériques, après avoir traité de la résinification en général, j'indique, comme je l'ai fait à l'égard de tous les matériaux précédens, les principales espèces de résines employées dans la médecine et dans les arts.

13°. Les gommes résines, treizième espèce des matériaux des plantes, sont traitées comme les résines. J'en donne, dans le seizième article, les caractères génériques, ceux sur-tout qui peuvent les faire distinguer des résines, et j'indique ensuite les espèces les plus utiles et les plus usitées.

14°. Le caoutchouc, quatorzième genre parmi les matériaux de végétaux, est considéré en particulier, dans le dix-septième article, comme une substance très-différente des gommes et des résines, avec lesquelles on a semblé long-temps le confondre par sa dénomination. Je fais voir qu'on doit le compter comme une matière d'un genre à part, qui a ses propriétés physiques et ses caractères chimiques très-distincts. Plusieurs arbres fournissent ce corps déja si utile et qui le deviendra bien davantage par la suite, si, comme je le propose, le suc blanc d'où il se sépare est immédiatement envoyé de nos colonies, et si l'on recherche dans les végétaux européens une matière analogue qui paraît y être contenue.

15°. Les baumes, quinzième des matériaux immédiats des plantes, traités dans le dix-huitième article, sont décrits comme des composés naturels de résine et d'acide benzoïque. Cette dénomination ne doit plus être vague comme elle l'était autrefois ; elle n'appartient plus à l'état liquide des résines ou à l'odeur aro-

matique seulement : elle désigne des sucs huileux susceptibles de fournir un acide volatil concret par le feu, par l'eau et sur-tout par les lessives alcalines qu'on précipite ensuite par l'acide muriatique. Je fais voir que le nombre des baumes doit se multiplier à mesure que les recherches sur les végétaux seront plus exactes, et qu'outre le benjoin, les baumes de Tolu, du Pérou, le storax et le liquidambar, qui étaient les seuls connus autrefois dans ce genre, il faut y ajouter ceux de vanille et de canelle, puisque ces deux matières, qui contiennent un suc huileux très-odorant, donnent en même temps de l'acide benzoïque à l'analyse.

16°. Je compte les matières colorantes pour le seizième genre des matériaux immédiats des végétaux ; elles font le sujet du dix-neuvième article. En traitant de la coloration des parties des plantes en général, je fais voir que cet objet, bien moins connu encore que ce qui est relatif à l'extraction et à l'application des couleurs pour la peinture et la teinture, est une des parties les moins avancées de la chimie végétale. Je passe ensuite au dénombrement, à la classification et à l'examen des matières colorantes utiles aux arts ; j'essaie de réduire en système les connaissances de pratique déja recueillies sur ces matières, et de les partager en divers composés chimiques plus ou moins différens de ceux qui ont été traités avant elles. Les notions nouvelles répandues sur les couleurs végétales par le citoyen Berthollet, sont sur-tout mises à profit pour cet article.

17°., 18°., 19°. et 20°. Les quatre derniers matériaux immédiats des plantes, dont je m'occupe après

les seize précédens, n'ont pas été jusqu'ici regardés comme tels par les chimistes; je suis le premier qui les ai distingués et compris dans la classe des composés formant les végétaux. Avant la marche que j'ai adoptée ils étoient ou inconnus ou négligés.

J'ai nommé *albumine végétale* le dix-septième de ces matériaux, à cause de son analogie avec le blanc d'œuf ou la matière albumineuse animale; comme celle-ci, cette matière que j'ai trouvée dans la farine de froment, dans les sucs de plusieurs plantes, se coagule par la chaleur, les acides et l'alcool; elle paraît accompagner la fécule verte des sucs exprimés.

Le *ligneux*, dix-huitième des matériaux des végétaux, est leur partie solide, l'espèce de squelette végétal. On le prenait faussement pour une terre. Outre son caractère de fournir une grande quantité de charbon par sa décomposition au feu, de se conserver longtemps sans altération à l'air sec, de varier de dimension suivant l'état higrométrique de l'atmosphère, le ligneux a encore pour propriétés distinctives d'être indissoluble dans l'eau froide ou chaude, de se charbonner par un long contact de ce liquide, de se convertir en plusieurs acides factices par l'action de l'acide nitrique. C'est un composé qui diffère de tous les autres par la surabondance de carbone et d'oxigène.

Le *tannin* n'a été rangé parmi les matériaux immédiats des végétaux, et je n'en fais le dix-neuvième ou l'avant-dernier de ces matériaux, que depuis qu'il a été examiné avec beaucoup de soin par le citoyen Séguin, dans son beau travail sur le tannage. Une odeur forte comme

aromatique, une saveur âpre et resserrante, la dissolubilité dans l'eau, la précipitation de la colle en une matière indissoluble et conservable, constituent ses caractères spécifiques. Il existe dans beaucoup de végétaux, presque toujours avec l'acide gallique, qui s'en distingue, parce qu'il précipite le sulfate de fer sans précipiter les substances animales. Le tannin pourrait bien être la matière fébrifuge ou antipériodique par excellence.

Enfin je forme du *suber* le vingtième et dernier des matériaux immédiats des plantes, que je traite dans le vingt-troisième article. J'appelle suber la matière du liége, différente de toute autre substance végétale par son tissu, sa légère odeur, sa faible saveur astringente, la nature des produits qu'elle donne par le feu, le genre d'acide qu'elle forme avec l'acide nitrique. Je compte le suber au nombre des matériaux immédiats des plantes, parce que je l'ai trouvé dans l'écorce épaisse de l'orme tortillard, et parce que je le crois existant dans l'épiderme de tous les arbres.

Le vingt-quatrième et dernier article du IVe. ordre de faits compris dans l'histoire chimique des végétaux porte sur les matières analogues à celles qu'on connaît fossiles ou minérales, qui existent dans les végétaux et qui font partie de leurs matériaux : ce sont des sels ou quelques oxides métalliques, le plus souvent unis à des acides minéraux.

Dans le cinquième ORDRE de faits relatifs aux composés végétaux, je traite des altérations spontanées dont ils sont susceptibles.

Cet ordre comprend huit articles.

Le premier expose la nature et les causes générales des altérations spontanées. Après les avoir définies comme des mouvemens qui s'excitent spontanément dans des substances végétales, je fais voir qu'elles sont dues à la composition ternaire ou quaternaire de ces substances, et aux attractions multipliées qui existent entre leurs principes plus nombreux que ceux des minéraux, ainsi qu'à l'adhérence plus faible de ces principes.

Le deuxième présente ces mouvemens qui constituent les fermentations divisées en plusieurs espèces.

Le troisième comprend la fermentation saccharine. Je prouve que le sucre se forme souvent par une véritable fermentation qui précède la fermentation vineuse; qu'il se reproduit ainsi dans la maturation des fruits, dans la germination des graines céréales.

Le quatrième article est destiné à l'histoire de la fermentation vineuse et de son produit. Cette histoire étant une des parties les plus importantes de la chimie, j'ai partagé l'article qui lui appartient en six paragraphes. Le premier, pour la définition et l'histoire littéraire de la fermentation vineuse; le deuxième, exposant les conditions qui sont nécessaires pour qu'elle ait lieu; le troisième, les phénomènes dont elle est accompagnée; le quatrième, offrant les propriétés de son produit immédiat ou du vin; le cinquième, celles de son produit éloigné ou de l'alcool, et le sixième, traitant des causes ou du mécanisme de cette fermentation. Cette division me permet de présenter en assez peu de mots toutes les connaissances utiles que renferme

ce beau sujet de la fermentation et de la nature du vin, et sur-tout de résoudre avec simplicité le problême de la conversion du sucre en vin, de l'alcool en éther, de la grande inflammabilité de ces deux produits; problêmes qui, regardés comme insolubles il y a quelques années encore, montrent dans leur solution actuelle les progrès qu'a faits la chimie moderne dans la connaissance des phénomènes de la nature. Aussi cet article est-il un de ceux qui contiennent le plus de faits nouveaux, et qui diffère le plus de ce qui existait dans les anciens ouvrages de chimie.

Le cinquième article traite de la fermentation acéteuse avec la même méthode que le précédent. J'y expose, dans six paragraphes successifs, 1°. les conditions et les phénomènes de cette fermentation; 2°. les procédés divers par lesquels on obtient le vinaigre; 3°. les propriétés de ce liquide aigri; 4°. celles de l'acide acéteux; 5°. la modification de cet acide en acide acétique; 6°. ses usages. Cet objet a pris un intérêt beaucoup plus immédiat pour les chimistes, depuis que j'ai fait voir, par un travail qui m'est commun avec le citoyen Vauquelin, que la formation de l'acide acéteux était un des faits les plus communs et les plus fréquens de la chimie végétale; que l'action du feu, celle des acides puissans, et une autre fermentation que celle dont les vins sont susceptibles, produisaient l'acide acéteux, en décomposant un grand nombre de substances organiques végétales ou animales, et que cet acide, formé dans beaucoup de circonstances diverses, différait de lui-même, suivant qu'il était uni ou à une huile empyreumatique, ou à une portion

d'alcool, ou à d'autres acides végétaux, ou à de l'ammoniaque huileuse.

Dans le sixième article, je parle des fermentations panaire et colorante. La première, ayant lieu dans la pâte levée dont on fait le pain ; la seconde, dans les matières végétales qui donnent quelques couleurs rouges et bleues. On connaît encore peu ces deux mouvemens ; il y a lieu de croire cependant que la première est composée des trois fermentations vineuse, acide et putride, puisque le citoyen Vauquelin a trouvé de l'acide acéteux et de l'ammoniaque tout formé dans le pain, et que la seconde est une décomposition septique, puisqu'elle donne une odeur fétide et de l'ammoniaque abondante. Au reste, ces deux genres de fermentation méritent encore une étude plus approfondie, et des observations plus précises que celles qu'on a faites jusqu'ici sur cet objet.

Le septième article est consacré à la fermentation putride végétale. J'y considère, dans quatre paragraphes, 1°. le rouissage du chanvre, du lin, etc., 2°. le bois pourri, 3°. le fumier, 4°. le terreau. Ce sont les quatre circonstances et les quatre produits les plus fréquens et les plus remarquables de la décomposition septique des végétaux : on ne les avait point encore compris jusqu'à présent dans le tableau de l'analyse végétale ; j'ai cru devoir en faire l'emploi et l'application à cette partie encore si nouvelle de la chimie. Ils présentent des faits utiles tout à la fois et à la philosophie de la science, et aux arts qui en dépendent plus ou moins immédiatement.

Le huitième et dernier article de ce cinquième ordre

de la chimie des plantes, a pour objet la décomposition lente et les altérations diverses dont les végétaux sont susceptibles lorsqu'ils sont enfouis dans le sein de la terre. J'y examine, dans quatre paragraphes, 1°. le bois fossile, 2°. la tourbe, 3°. les bitumes, 4°. le bois pétrifié. Les bitumes, espèces de produits souterrains des bois enfouis, ont exigé les détails les plus étendus de cet article. Après en avoir exposé les caractères généraux, je les divise en quatre principales espèces que j'étudie successivement ; savoir, le bitume liquide, la houille, le jayet et le succin.

Depuis que cet article de mon ouvrage est imprimé, on s'est occupé d'examiner avec soin un fossile combustible découvert il y a quelques années en Allemagne, et qui a été nommé *honigstein* par Werner, *pierre de miel* ou *mellite* par d'autres naturalistes. Ce fossile, d'une couleur jaune de paille un peu foncée, se rencontre dans des bois bitumineux : on l'a comparé d'abord au succin. Sa forme primitive, suivant le citoyen Hauy, est un octaèdre rectangulairre ; ses cristaux présentent souvent des octaèdres épointés, dont les facettes terminales sont curvilignes : ils offrent quelquefois des dodécaèdres voisins d'un rhomboïdal. Suivant le même observateur, le mellite a une double réfraction très-sensible, tandis que le succin n'a qu'une réfraction simple ; ses cristaux isolés acquièrent facilement une forte électricité résineuse : à peine est-elle sensible, quand on frotte ces cristaux non isolés.

M. Klaproth, en analysant le mellite, y a trouvé de l'alumine et un acide végétal particulier.

Le citoyen Vauquelin m'a communiqué l'examen qu'il

vient d'en faire sur de petits cristaux qui lui ont été envoyés par M. Abildgaard de Copenhague, ou donnés par M. Monthey, professeur de chimie dans la même ville.

Le mellite est insipide et insoluble dans l'eau. Chauffé dans une cornue, il se décompose en donnant de l'eau bitumineuse et empyreumatique, de l'acide carbonique et un sel volatil concret ; il reste un résidu charbonneux. Chauffé sur un charbon allumé ou dans un creuset ouvert, il brûle comme un combustible végétal : au lieu de laisser un charbon, il n'offre, après sa combustion, qu'une matière blanche grisâtre, qui a tous les caractères de l'alumine, mêlée d'un peu de chaux.

Les alcalis fixes caustiques dissolvent presque tout le mellite, et ne laissent indissous qu'un peu de chaux et de charbon. Les carbonates alcalins le décomposent avec effervescence ; il reste ensuite un résidu brun foncé, formé d'alumine, d'un peu de chaux et d'une huile bitumineuse brune. En brûlant ce dernier résidu, il blanchit et donne par l'acide sulfurique du sulfate de chaux et du sulfate d'alumine, qu'on change en alun par l'addition du sulfate de potasse.

La potasse par laquelle on a traité le mellite est à l'état salin et très-dissoluble. Un acide mis en excès dans la dissolution concentrée de ce sel, en sépare des cristaux brillans acidules, jaunâtres, qui ressemblent beaucoup à l'acidule oxalique, et qui en diffèrent néanmoins par quelques propriétés. Comme l'acidule oxalique, celui-ci précipite les dissolutions aqueuses de chaux, de barite, de strontiane, de muriate de barite en cristaux, celles du mercure, du

plomb et de l'argent dans l'acide nitrique ; mais en précipitant, comme le premier, la dissolution du sulfate de chaux, l'acidule du mellite y forme des cristaux transparens, tandis que l'acidule oxalique ne donne qu'un précipité pulvérulent et opaque. Il en diffère encore, parce qu'il précipite la dissolution de sulfate d'alumine ; ce que ne fait pas l'acidule oxalique. Enfin il se boursoufle beaucoup plus sur les charbons, et répand beaucoup plus de fumée. Ces deux différences paraissent suffire, suivant le citoyen Vauquelin, pour distinguer l'acide du mellite, et pour le regarder avec M. Klaproth comme un acide particulier.

Le mellite ou honigstein est donc un sel à base d'alumine formé par un acide végétal, mêlé d'un peu de chaux et de bitume : il provient, comme le succin, de la décomposition souterraine des arbres, et il appartient à la même classe de produits naturels.

Après l'examen des bitumes, je fais voir que la pétrification des bois dont on a tant abusé en histoire naturelle, n'est pas, comme on l'a cru, une conversion des fibres ligneuses en pierre, mais un véritable dépôt de la substance terreuse, dans un moule laissé par les fibres végétales au sein de la terre dont elles ont été de toutes parts environnées et pressées. Ainsi se termine, par la dernière trace de leur existence que laissent les composés végétaux, le tableau des phénomènes chimiques auxquels ces composés donnent naissance.

Le sixième et dernier ORDRE de faits qui constituent l'ensemble de la chimie végétale renferme les phénomènes chimiques que présentent les végétaux vivans,

ou la physiologie végétale expliquée par les forces chimiques. Cet ordre est, sous un certain rapport, le complément de toute la chimie végétale ; il comprend le résultat et l'application les plus immédiatement utiles que ce genre d'analyse présente au philosophe. J'essaie de prouver que la physique des végétaux est toute entière contenue dans des expériences chimiques, que la chimie seule peut en résoudre les divers problèmes, et que sans elle il n'y a qu'obscurité ou mystère dans ce genre de connaissances humaines.

Pour prouver cette assertion, je divise ce sixième ordre de faits en dix articles.

L'article premier montre les végétaux comme des espèces d'instrumens ou d'appareils chimiques destinés par la nature à unir, au moins trois à trois, les matériaux qu'ils puisent dans les divers milieux où ils trouvent leur nourriture.

Dans l'article deuxième, je considère la nutrition végétale en général comme une opération due à une suite de combinaisons chimiques dont le résultat est de former le composé végétal.

Dans les articles III, IV, V, VI, VII et VIII, j'étudie l'influence qu'exercent sur la végétation la lumière, l'air, l'eau, le gaz acide carbonique, le sol et les engrais. Je fais voir que parmi ces matières, les unes sont des auxiliaires ou des moyens qui favorisent le développement des plantes ; les autres sont des matériaux plus ou moins alimentaires par eux-mêmes, ou portant avec eux, comme véhicules, des substances nutritives qui éprouvent ou des décompositions ou des combinaisons nouvelles, souvent les unes et les autres

tout à la fois : de sorte qu'il en résulte une formation de composés plus ou moins compliqués, qui augmentent peu à peu la masse et l'étendue des végétaux, et dont une portion inutile, superflue ou dangereuse, s'écoule au-dehors de leur surface, soit en liquides, soit en fluides gazeux.

Le neuvième article est destiné à l'exposition de ce qu'il y a de chimique dans l'exercice des fonctions végétales. J'y fais voir que toutes ces fonctions sont des produits ou des résultats de véritables opérations de chimie, de décompositions et de recompositions dues à des forces d'attractions électives. Je parcours successivement, comme fonctions végétales, le mouvement de la sève; la secrétion, l'irritabilité, la nutrition, l'écoulement, la transpiration, la direction, le sommeil, la germination, la foliation, la floraison et la fructification. Je ne me contente pas de montrer des phénomènes chimiques dans chacune de ces fonctions; je prouve encore qu'elles ne peuvent être autre chose que de véritables effets des attractions qui opèrent le changement et la nouvelle composition des matières portées du dehors dans les végétaux.

Enfin je présente, dans le dixième et dernier article de ce sixième ordre de faits, un tableau rapide des modifications que l'art fait naître dans les végétaux vivans, des altérations qu'ils subissent par une foule de causes extérieures, ou des maladies qui les attaquent. En parcourant d'un coup-d'œil général ce que la culture porte de variétés dans les plantes, ce que les causes environnantes y produisent d'étranger à leur état sain, je fais voir que tout est encore soumis, dans ce genre

de considérations, à l'influence des agens et des forces chimiques.

Il doit suivre de tous les faits contenus dans cette septième section de mon ouvrage, et c'est ce que je m'efforce de mettre en évidence, que la chimie végétale, loin de se borner à l'étude et à l'amélioration de quelques arts, comme elle le faisait autrefois, s'est élevée aujourd'hui jusqu'à l'explication et au développement des plus grands phénomènes de la nature.

NOTICE DE LA HUITIÈME SECTION.

Des composés animaux.

LA huitième section, consacrée à l'histoire chimique des substances animales, offre une marche semblable à celle de la précédente, en raison de l'analogie qui existe entre ces substances et les matières végétales. Elle est divisée seulement en quatre ordres de faits au lieu de six, parce que l'analyse animale, quoique beaucoup plus avancée qu'elle ne l'était il y a vingt ans, et quoique traitée ici avec des détails et une méthode que je crois pouvoir dire entièrement inconnues jusqu'ici, n'offre pas cependant une suite aussi complète de découvertes et de connaissances que celle des substances végétales.

Le premier ORDRE de faits, qui contient des généralités sur la structure anatomique et la composition chimique des animaux, traite, dans quatre articles, de l'ensemble de leurs organes, des fonctions qu'ils exercent, de l'histoire des découvertes chimiques aux-

quelles ils ont donné lieu, et des données nouvelles que l'analyse moderne a fournies sur les élémens constituans des composés animaux.

Dans le second ordre de faits, je décris les propriétés chimiques des composés animaux en général, ou la manière dont ces composés se comportent avec les principaux agens chimiques. C'est une des parties les plus neuves de tout l'ouvrage, et une de celles que j'ai traitées avec le plus de soin, soit à cause de son importance, soit en raison de la nouveauté même de ce sujet.

Cet ordre de faits est divisé en dix articles. Après des considérations générales sur les principes de cette chimie animale, qui composent le premier de ces articles, j'expose dans le second l'action du calorique sur le composé animal, et je le compare à celle qu'éprouve la matière végétale. Une grande fétidité dans les produits, de l'huile épaisse et abondante, du carbonate d'ammoniaque concret et deux ou trois autres sels ammoniacaux, du gaz hidrogène carboné et sulfuré, un charbon dense et difficile à brûler, et chargé de phosphates : voilà ce qui caractérise le composé animal.

Les actions de l'air et de l'eau sur ce même composé sont exposées dans les articles III et IV; et son altération par ces agens, toute autre que celle du composé végétal, montre un caractère distinctif qui tient, comme les faits énoncés dans l'article précédent, à la présence de l'azote et à la surabondance de l'hidrogène.

L'article V considère l'action des acides sur les matières animales; j'y fais voir que cette action est le

caractère le plus prononcé et le plus remarquable de ces matières. C'est sur-tout l'altération et le genre de décompositions qu'elles subissent par l'acide nitrique, qui m'occupe le plus dans cet article. J'y fais voir comment les composés animaux sont changés par cet acide en gaz azote, en gaz acide carbonique et acide prussique, en eau, en ammoniaque, en graisse, en matière jaune amère, en acides oxalique et acéteux. L'action des autres acides n'y est pas oubliée, quoique infiniment moins importante que celle de l'acide nitrique, pour faire connaître les propriétés, les caractères et la composition des substances animales.

Dans l'article VI je trace l'action des alcalis purs sur ces substances; je prouve qu'en les dissolvant, les alcalis en convertissent une portion en ammoniaque qui se volatilise, et en huile qui se saponifie avec eux. Je montre que c'est de là que dépend l'énergie si active des alcalis sur le composé animal, et que cette énergie sert encore très-bien à expliquer la nature et la différence de sa composition.

Dans l'article VII, j'examine l'action des sels, des oxides et des dissolutions métalliques sur le composé animal; je montre comment les premiers le conservent et comment les seconds le détruisent.

Dans l'article VIII, je fais connaître la manière d'agir des substances végétales sur ce composé, et quelque variée qu'elle soit, en raison de la différence de ces substances, j'en tire un caractère générique et distinctif pour la matière animale.

L'article IX, en offrant la formation de l'acide prussique comme une des propriétés les plus caractéristiques

du composé animal, généralise la production des acides animaux comme un phénomène qu'il est important d'étudier dans la chimie animale.

Il en est de même de la putréfaction, sujet de l'article X et dernier de ce second ordre de faits. Reconnue depuis long-temps comme le caractère le plus prononcé des composés animaux, cette décomposition spontanée est aujourd'hui beaucoup mieux conçue dans sa cause, dans ses phénomènes et dans ses produits qu'elle ne l'était autrefois; et j'ai pu, d'après mes propres observations, en donner une histoire plus exacte, quoique bien plus précise qu'on ne l'avait fait jusqu'ici.

Le troisième ORDRE de faits appartenant à cette partie de la chimie comprend l'examen des propriétés chimiques des substances animales en particulier. Il répond à celui de la précédente section, où j'ai placé l'histoire des matériaux immédiats des végétaux. C'est le plus long et le plus détaillé des ordres de cette huitième section, parce qu'il est consacré à l'exposition des matières animales isolées les unes des autres : aussi contient-il trente-quatre articles, dont quelques-uns ont plus d'étendue que chacun des deux ordres précédens n'en comporte.

Après avoir traité, dans l'article premier, des divers modes de classer les matières animales, je donne un tableau dans lequel je les partage méthodiquement sous le rapport de leur origine, de leurs régions et de leurs usages.

Dans l'article deuxième, je fais l'histoire chimique du sang; je partage cet article, à cause de l'impor-

tance de son sujet, en neuf paragraphes, où je considère successivement, 1°. l'histoire de l'analyse du sang, 2°. ses propriétés générales, 3°. sa séparation en plusieurs matériaux immédiats, 4°. le sérum, 5°. le caillot ou cruor, 6°. sa partie colorante, 7°. sa partie fibreuse, 8°. ses différences ou ses variations, 9°. les altérations dont il est susceptible. Sous ces neuf titres sont comprises toutes les connaissances acquises aujourd'hui sur ce liquide vital, et toutes les vérités nouvelles dues à la chimie, qu'on chercherait en vain dans aucun ouvrage systématique.

L'article troisième est destiné à la lymphe, qu'on connaît peu.

Le quatrième, à la graisse et à l'acide sébacique, dont les propriétés et la nature commencent à répandre beaucoup de jour sur la physique animale.

Le cinquième, à l'humeur de la transpiration, de la sueur et des cavités intérieures, sur laquelle on n'a que très-peu de notions, à la vérité beaucoup plus précises qu'on n'en avait autrefois.

Le sixième, à la synovie, matière encore peu traitée jusqu'à présent.

Le septième, aux tissus cellulaire, membraneux, tendineux, ligamenteux, tous rapprochés les uns des autres par la gélatine qu'ils fournissent également à l'aide de l'eau, et ne différant que par leur forme et leur densité.

Le huitième, au tissu musculaire ou charnu, offrant dans son parenchyme irritable, dépouillé de tout ce qu'il contient d'accessoire, la matière fibreuse que le sang y dépose.

Le neuvième, au tissu du derme et de l'épiderme, analogue, sous certains rapports, au tissu membraneux, mais en différant par quelques propriétés qui font le sujet de cet article.

Le dixième, au tissu corné des poils, des cheveux et des ongles, trop peu examiné par les chimistes, et qui mérite toute leur attention.

Le onzième, au tissu cartilagineux, espèce de matière demi-solide, élastique, qui n'a point encore été étudiée chimiquement.

Le douzième, au tissu osseux, sur lequel les découvertes de Schéele et des chimistes qui ont poursuivi ses premières recherches, ont donné des faits entièrement inconnus jusqu'à eux, et propres à jeter une vive lumière sur les fonctions et les maladies des os.

Ces onze premiers articles de l'ordre III comprennent dans leur ensemble les matières qui appartiennent à tout le corps des animaux qui se trouvent dans toutes les régions, et qui en constituent l'organisation générale. Dans les vingt-deux suivans sont placées les matières particulières qui existent dans le crâne, dans les diverses régions de la face, dans la poitrine, et dans la cavité abdominale.

Le treizième article traite, dans quatre paragraphes, de la pulpe cérébrale et nerveuse, du fluide nerveux, de la liqueur des ventricules du cerveau et des concrétions de la glande pinéale, matières dont aucun chimiste n'avait encore ni entrepris l'examen, ni indiqué les propriétés.

Le quatorzième, des humeurs aqueuse, vitrée, cristalline et des larmes, également non traitées encore par les chimistes.

Le quinzième, du mucus nazal.

Le seizième, des humeurs de la bouche, sur-tout de la salive, du calcul salivaire, et du tartre des dents.

Le dix-septième, du cérumen des oreilles.

Le dix-huitième, de l'humeur trachéale et bronchique, du gaz et des concrétions pulmonaires. Toutes ces humeurs animales avaient presque été passées sous silence dans les traités de chimie ; ce qu'en disaient les physiologistes était le plus souvent rempli d'erreurs et d'inexactitudes : et quoique ce que j'en expose ne soit pas encore le fruit de recherches assez suivies ni d'expériences assez nombreuses et assez positives, ces articles sont assez distingués de ce qu'on a écrit jusqu'ici, soit parce que je ne me suis permis que de citer des faits sûrs ou des analogies bien prononcées, soit parce que plusieurs de ces humeurs ont été le sujet de travaux plus ou moins considérables, entrepris, tantôt en mon particulier, tantôt avec mon élève et mon ami le citoyen Vauquelin.

Le sujet du dix-neuvième article, bien différent de ceux des six articles précédens, m'a offert un grand nombre de secours et de recherches faites par beaucoup d'hommes habiles, parce qu'il roule sur une liqueur animale aussi connue qu'employée, sur le lait. Je n'ai eu qu'un choix à faire parmi les nombreux résultats que l'histoire de la science me présentait. Il y a néanmoins dans cet article une série de faits qui me sont dus. Je l'ai partagé en huit paragraphes, où j'ai successivement examiné, 1°. l'histoire naturelle et la formation du lait, 2°. ses propriétés physiques, 3°. l'analyse chimique du lait entier, 4°. celle du sérum ou

petit-lait, 5°. la matière caséeuse, 6°. la substance butyreuse, 7°. les diverses espèces de laits employés, 8°. enfin les usages économiques et médicinaux de ce liquide.

Dans l'article XX, je commence l'examen des matières animales appartenantes à la région abdominale par celui des sucs gastrique et pancréatique, liquides sur lesquels on a fait un grand nombre de fables, et dont le premier n'a commencé que depuis quelques années à être soumis à une suite de recherches expérimentales.

L'article XXI traite de la bile; c'est une des humeurs animales les plus connues. J'ai divisé son histoire en sept paragraphes; savoir, 1°. la secrétion de la bile, 2°. ses propriétés physiques, 3°. ses propriétés chimiques, 4°. l'examen des divers matériaux qui la constituent, considérés en particulier, 5°. les variétés de la bile dans les divers animaux, 6°. ses usages dans l'économie animale, 7°. enfin ses usages médicinaux et économiques. Ici, comme dans tous les autres articles relatifs à la chimie animale, en mettant à contribution tout ce que les chimistes ont dit sur la bile, j'ai détaillé les résultats de mes recherches particulières, et j'ai fait voir de quel intérêt était la connaissance exacte de ce liquide pour la physiologie et la pathologie. J'ai sur-tout insisté sur l'huile concrescible et sur la matière colorante amère de la bile, ainsi que sur les sels qu'elle tient en dissolution, et sur la variété d'état qu'elle présente.

L'article XXII, qui traite des calculs biliaires, peut être regardé comme entièrement neuf, parce que les

chimistes n'en avaient presque rien dit jusqu'ici, et parce qu'ils ont été le sujet de plusieurs découvertes qui me sont propres. J'ai tiré de leur nature bien connue, d'après mon analyse, une méthode de classer ces concrétions, et des considérations importantes sur leur cause, leur formation et leur traitement.

Dans l'article XXIII, je parle de quelques matières appartenantes aux intestins et bien peu connues encore, telles que l'humeur intestinale, le chyle, les excrémens, les gaz et les calculs intestinaux. Je n'oublie pas de faire remarquer l'utilité et l'importance des recherches à faire sur ces substances.

J'ai réuni dans l'article XXIV ce qu'on sait aujourd'hui sur quelques liquides particuliers au fœtus, comme la liqueur de l'amnios, l'enduit cutané qui le recouvre, l'humeur surrénale et le méconium. Il n'est pas un de ces liquides qui ne puisse devenir le sujet de travaux précieux, à en juger par ce qui vient d'être découvert par les citoyens Vauquelin et Buniva sur la liqueur de l'amnios. J'ai donné en détail l'histoire de cette dernière découverte.

L'article XXV contient l'examen chimique de l'urine. L'importance de cette partie de la chimie animale, les nombreuses recherches dont elle a été le sujet depuis un siècle, les découvertes qu'elle nous a donné occasion de faire au citoyen Vauquelin et à moi, et sur-tout les grandes applications de ces découvertes à la physique animale, m'ont engagé à traiter cette liqueur avec tous les développemens qu'elle exige. J'ai partagé cet article en dix paragraphes, qui roulent, 1°. sur la formation de l'urine ; 2°. sur ses propriétés physiques ; 3°. sur

l'histoire des découvertes successives auxquelles elle a donné lieu ; 4°. sur ses propriétés chimiques et sur son analyse ; 5°. sur les matières qui y sont contenues, considérées en particulier les unes après les autres ; 6°. sur l'*urée*, nom que j'ai donné à une substance différente de toute autre matière animale, et qui caractérise l'urine ; 7°. sur les variétés de ce liquide dans diverses circonstances de la vie ; 8°. sur ses différences dans les animaux ; 9°. sur l'application des nouvelles connaissances chimiques qui lui sont relatives, à la physique de l'homme ; 10°. enfin sur ses usages médicinaux, chimiques et économiques. Dans ce cadre méthodique se trouvent renfermées toutes les notions acquises aujourd'hui sur l'urine ; et, en le lisant avec l'attention convenable, on trouvera bientôt, comme moi, qu'aucune matière ne mérite autant d'occuper les physiciens que ce singulier produit de l'animalisation, destiné, quand on l'étudiera avec tout le soin qu'il exige, à fournir la solution des problêmes les plus difficiles de la physiologie et de l'art de guérir.

Les mêmes idées sont applicables à l'article XXVI, qui comprend l'histoire chimique des calculs urinaires humains. Le nombre et l'importance des faits nouveaux que leur analyse nous a offerts, au citoyen Vauquelin et à moi, m'ont porté à diviser cet article en huit paragraphes. J'y considère successivement, 1°. ce qu'on a fait jusqu'ici sur ces concrétions, 2°. leur siége et leurs propriétés physiques, 3°. leurs divers matériaux constituans, 4°. leur classification d'après leur nature, 5°. les causes de leur formation, 6°. leurs dissolvans ou les lithontriptiques, 7°. les calculs urinaires des

animaux, 8°. les concrétions arthritiques de l'homme, dont les rapports avec les calculs urinaires ont depuis si long-temps frappé les médecins. Cet article, l'un des plus neufs de l'ouvrage, est sur-tout propre à faire voir toute l'influence que l'analyse chimique doit avoir sur les problèmes de l'économie animale.

L'article XXVII traite de la liqueur de la prostate, qui n'a point encore été analysée, et de la liqueur spermatique, sur laquelle le citoyen Vauquelin a donné un travail fort intéressant, quoique ses résultats n'offrent encore aucune lumière pour concevoir le mystère de la génération.

Les articles XXVIII, XXIX, XXX, XXXI, XXXII, XXXIII et XXXIV, qui terminent le troisième ordre de cette section, sont consacrés à faire connaître quelques matières animales particulières que la médecine et les arts tirent des mammifères, des oiseaux, des reptiles, des poissons, des mollusques, des insectes, des vers et des zoophytes. Depuis l'ivoire jusqu'à l'éponge, quarante substances animales, empruntées aux différentes classes des animaux, sont présentées dans cet article, traitées rapidement, et comparées à celles qui leur sont plus ou moins analogues dans le corps de l'homme.

Le quatrième et dernier ORDRE de faits de la huitième section a pour objet une des applications les plus précieuses de la chimie, celle qui, résultant de tous les détails précédens, est destinée à éclairer la physique animale. Sous le titre de phénomènes chimiques que présentent les animaux vivans, je n'ai pas eu l'intention

de traiter toute la physiologie ; j'ai voulu seulement montrer ce que la chimie pouvait donner de lumières pour la connaissance des fonctions animales, prouver l'indispensable nécessité de s'en servir pour cette connaissance, et j'ai parcouru dans douze articles les généralités de ces applications.

Dans le premier, j'expose l'existence des phénomènes chimiques dans la vie des animaux.

Dans le second, je décris les phénomènes de cette nature qui ont lieu dans la respiration, celle des fonctions où on les a le plutôt aperçus et le mieux décrits depuis les découvertes modernes.

Dans le troisième, je traite de ceux qui ont lieu dans la circulation ; la nature et les changemens du sang dans ses diverses régions, et sur-tout dans les systêmes artériel et veineux, m'occupent spécialement dans cet article.

Dans le quatrième, je considère ce qu'il y a de chimique dans la digestion, et je fais voir que la chimie seule peut en développer exactement et complétement le vrai mécanisme.

Le cinquième article roule sur la secrétion et la transpiration. L'histoire de cette dernière offre sur-tout, en la considérant chimiquement, des résultats très-neufs et très-différens de ce qui en a été dit jusqu'ici.

Le sixième article montre les phénomènes chimiques de la nutrition, qui consiste en effet dans une appropriation et une concrétion des liquides portés dans chaque organe.

Le septième fait voir que l'exercice de l'irritabilité musculaire pourrait bien dépendre d'une force chi-

mique, et commence à dissiper au moins l'obscurité jusqu'ici impénétrable de cette fonction encore si peu connue.

Le huitième, en traitant de la sensibilité et de la principale fonction des nerfs et du cerveau, prouve qu'il manque trop de données encore pour pouvoir en concevoir le mécanisme.

On trouve la même conclusion dans l'article IX, relatif à la génération.

Il n'en est pas de même de l'ossification, sujet du dixième article. L'analyse des os, si bien faite aujourd'hui, répand un très-grand jour sur cette fonction ainsi que sur les maladies des organes qui l'exécutent. J'ai dû soigner spécialement cet article, à cause de l'intérêt qu'il inspire et des vues nouvelles qu'il fait naître.

Dans l'article onzième, j'ai esquissé la différence que produit dans les phénomènes chimiques la diversité de la structure des animaux. Il m'a paru utile de faire voir que les organes, différemment constitués dans les diverses classes des animaux, apportaient des modifications dans les phénomènes chimiques qui accompagnent leur vie, qui en dépendent ou qui la soutiennent.

Enfin l'article XII et dernier a pour but de prouver qu'il existe, dans les maladies, des phénomènes chimiques dont l'étude peut éclairer la connaissance de la nature, des causes et par conséquent du traitement de ces affections.

Cet article de la huitième et dernière section de l'ouvrage suffit pour annoncer combien la chimie ani-

male, dont j'ai fait, depuis beaucoup d'années, une étude approfondie, est avancée, et quelle distance sépare ce Traité de tous ceux qui ont été publiés jusqu'ici.

Telle est la méthode que j'ai suivie dans la composition de l'ouvrage que je publie aujourd'hui. En lisant avec attention les huit notices qui précèdent, et en méditant la marche que j'y ai tracée, on trouvera pour résultat que mon intention a été,

1°. De réunir un plus grand nombre de faits chimiques qu'il n'en a été recueilli encore dans aucun ouvrage venu à ma connaissance ;

2°. De les présenter avec toutes les preuves et tous les développemens dont ils sont susceptibles ;

3°. De les offrir cependant presqu'indépendamment de l'histoire suivie et analytique des découvertes qui les ont donnés aux savans, de la pratique ou du manuel expérimental par lequel on les reproduit, et des applications qu'on en peut faire aux sciences et aux arts ;

4°. De détacher ainsi la partie THÉORIQUE de la science, de son HISTOIRE, de sa PRATIQUE et de ses APPLICATIONS ; ou au moins de n'emprunter à chacune de ces trois autres parties de la chimie considérée dans tout son ensemble, que ce qui m'a paru indispensable, soit pour bien concevoir cette théorie, soit pour en laisser seulement entrevoir la marche, les procédés et les utilités ;

5°. De disposer ces faits ou ces vérités chimiques

dans un ordre nouveau, qui ne fût ni celui des naturalistes, ni aucun autre emprunté à une science, à un art, ou même à un ensemble d'arts, quelque riche qu'il fût ;

6°. De construire ainsi, dans ce nouvel ordre entièrement chimique, un ensemble dont toutes les parties fussent intimement liées les unes avec les autres : c'est pour cela que j'ai intitulé mon Traité : SYSTÊME DES CONNAISSANCES CHIMIQUES ;

7°. De montrer cependant la science dans sa plus grande latitude, dans toute sa sublimité, planant en quelque sorte, à l'aide du génie qui l'a créée et qui l'agrandit tous les jours, au-dessus de plusieurs autres sciences, les éclairant de sa vive lumière : aussi ai-je ajouté au titre de SYSTÊME DES CONNAISSANCES CHIMIQUES les mots, ET DE LEURS APPLICATIONS AUX PHÉNOMÈNES DE LA NATURE ET DE L'ART, pour indiquer que cette science considère également et ce qui se passe dans les grands laboratoires de l'atmosphère, des eaux et des cavités souterraines, dans les minéraux, les végétaux et les animaux, et ce qu'on pratique sur toutes les productions naturelles dans les ateliers des arts ;

8°. Enfin de faire voir jusqu'où l'esprit humain, aidé de tous les instrumens et de toutes les machines dont l'art expérimental, créé depuis plus d'un siècle, l'a enrichi, est parvenu dans la détermination des effets et des changemens que tous les corps éprouvent par l'effort mutuel qui porte leurs molécules les unes vers les autres.

Pour remplir ce plan autant que mes moyens,

mes facultés et mon zèle pour les progrès de la science chimique me l'ont permis, on se tromperait si l'on pensait que je me suis borné à recueillir les matériaux contenus dans les ouvrages qui ont précédé la rédaction de celui-ci. Sans doute je n'ai négligé aucune des sources abondantes que les écrivains de la chimie m'avaient ouvertes, sur-tout pendant le cours du dix-huitième siècle ; je n'ai pas même oublié de recourir à des auteurs d'un temps antérieur, quoique j'y aie beaucoup moins trouvé de faits exacts que dans les ouvrages de mes contemporains : ceux-ci, et sur-tout mes compatriotes, qui ont tant concouru depuis cinquante ans aux progrès de la chimie, m'ont sur-tout fourni un grand nombre de vérités, et sans leurs efforts il m'eût été impossible de concevoir même l'idée de mon système. Mais il n'en est pas de ce Traité comme de la plupart de ceux que l'on consacre dans les sciences à l'étude ou à la démonstration de leurs élémens ; il ne m'est pas permis de le laisser confondre avec de simples compilations, quelque mérite, quelque talent que ce genre de travail exige de leurs auteurs, lorsqu'ils se les rendent même propres par la liaison des idées, par la méthode et l'enchaînement des faits. Je dois même dire qu'à beaucoup d'égards le plus grand nombre des vérités chimiques qui sont exposées dans ce système me sont personnelles, soit par la découverte même des faits qu'elles exposent, soit par la manière dont je les ai revus ou considérés, soit par les choses nouvelles que j'ai observées dans la plupart de ceux qui avaient été vus avant moi.

L'espèce d'indifférence que quelques hommes de mérite marquent trop souvent pour les livres élémentaires ou systématiques ; le jugement prompt et souvent trop sévère qu'ils portent sur ces livres, en les regardant comme des collections de faits déja connus ; la méthode de quelques hommes bien plus injustes encore, par laquelle ils empruntent aux traités plus ou moins complets des passages qu'ils font ensuite passer comme nouveaux ; et plus encore la liberté que prennent tant d'élèves, soit par simple souvenir, soit avec une volonté bien décidée, de s'approprier les faits qu'on leur présente dans les leçons publiques ou particulières, sans citer la source à qui ils les doivent, me forcent à déclarer ici que mon système renferme une suite de découvertes et d'observations qui me sont propres, soit que je les aie tirées de mémoires déja publiés, soit que je les aie insérées pour la première fois dans cet ouvrage. Un travail non interrompu de vingt-cinq années, un grand nombre de recherches suivies sur les alcalis, les sels, les eaux minérales, les dissolutions métalliques, les matières végétales, et sur-tout sur les substances animales, l'occasion sans cesse renaissante de refaire les anciennes expériences et de les modifier de beaucoup de manières différentes, m'ont conduit à un grand nombre de découvertes : et déja le monde savant a pu juger de la manière assez nouvelle dont ces travaux m'avaient permis de traiter les Élémens de la chimie que j'ai publiés il y huit années pour la dernière édition.

Ce n'est donc pas seulement la marche ou la mé-

thode, entièrement différente, il est vrai, de celles qui avaient été adoptées jusqu'ici dans les ouvrages de chimie, qui doit caractériser mon SYSTÊME DES CONNAISSANCES CHIMIQUES; on ne doit pas non plus le regarder seulement comme un ensemble plus étendu et plus complet de faits chimiques: il faut de plus y voir un assez grand nombre de vérités nouvelles, de faits inconnus jusqu'ici, de découvertes qui me sont propres. Je pourrais, pour assurer en quelque sorte ma propriété dans le domaine des faits chimiques, donner une liste étendue et détaillée de tous les mémoires que je n'ai cessé de publier depuis vingt années dans les volumes de l'*Académie des sciences*, dans ceux de la *Société de médecine*, dans les *Annales de chimie*, dans *la Médecine éclairée*, et dans plusieurs autres collections nationales ou étrangères. Mais ce vain appareil n'est pas nécessaire à ceux qui aiment la science et qui en recherchent par-tout les productions nouvelles. J'ai d'ailleurs énoncé, au moins en partie, dans les notices précédentes, ce qui m'est dû dans chaque article. Il me suffit, pour faire mieux juger ce que peut être l'ouvrage actuel, et pour écarter ou affaiblir l'idée de compilation que trop de gens adoptent sur le simple titre d'un traité systématique, de faire remarquer que celui-ci contient une grande quantité de choses qui me sont propres et dont aucun ouvrage n'a fait mention jusqu'ici.

Ving-cinq années d'études et de travaux continués sans interruption m'ont servi à recueillir les matériaux du Système des Connaissances chimiques. La rédaction

m'a occupé depuis 1793. Je l'ai écrit en partie dans des temps de malheur et de proscription, dont il m'a servi à adoucir l'amertume. Tandis que ma patrie, en proie au vandalisme et à l'oppression, voyait presque tous ses citoyens courbés sous le joug d'un despotisme d'autant plus affreux qu'il affectait les formes et la bannière de la liberté; quand tous les cœurs, fermés aux plus douces jouissances et presque à l'espérance d'un meilleur avenir, se refusaient même l'épanchement si utile aux malheureux, j'oubliais presque le poids de l'infortune publique dans le charme de l'étude et dans le travail solitaire. Etranger aux partis, aux factions qui ont désolé la République naissante et qui l'ont mise si souvent en danger de périr; au milieu même du tumulte et des discordes civiles, occupant, contre mon gré, une place où l'homme de bien n'avait qu'à gémir de l'insuffisance de ses moyens, et où les talens, la vertu, le courage, inutiles à la chose publique, n'avaient de ressource pour échapper aux plus atroces passions que de se faire ignorer : seul et isolé dans la foule bruyante et agitée dont j'étais entouré, je me consolais en quelque manière, je me dissimulais à moi-même la misère publique en m'occupant de la rédaction de mon Système.

Les temps moins malheureux qui ont suivi l'heureuse époque du 10 thermidor an 2 m'ont permis de travailler avec plus d'ardeur et de suite à mon ouvrage. J'y ai mis la dernière main dans les deux années de liberté que m'a laissée ma sortie du corps législatif.

Enfin le 18 brumaire a lui sur la France. L'impres-

sion déja commencée de cet ouvrage, interrompue pendant quelques mois à cause des circonstances difficiles, a repris alors une nouvelle activité. Cette grande entreprise, la publication de dix volumes *in*-8°. et de cinq *in*-4°., dont peu de personnes connaissent et savent apprécier les difficultés, a été terminée avec courage et conduite, avec sagacité par l'Imprimeur qui s'en est chargé. Témoin des efforts qu'il a été obligé de faire, comme de ceux qu'il ne cesse de faire pour les Mémoires de l'Institut, je dois rendre au citoyen Baudoüin, qui s'est associé aux destinées de mon ouvrage, la justice de dire qu'il n'a été découragé par aucune des circonstances épineuses qui l'ont traversé plus d'une fois; que, supérieur aux obstacles de plus d'un genre, il les a surmontés par son activité et ses connaissances en typographie.

Mon Système paraît à une époque qui sera célèbre dans les annales du monde : le dix-huitième siècle est à ses derniers jours; les esprits, éclairés par les travaux des hommes qui l'ont illustré dans toutes les branches des connaissances humaines, et sur-tout dans les sciences naturelles, se portent à de nouvelles et à de plus hautes conceptions. Un nouvel ordre de choses se prépare pour le dix-neuvième siècle, qui va commencer. Les peuples, plus avancés dans la civilisation, semblent se disposer à de grands changemens qui doivent améliorer leur sort. La terrible expérience que fait la France depuis dix ans de révolution, les épouventables catastrophes dont elle a été le théâtre, les fautes qu'elle a commises, les événemens qui l'ont dé-

chirée, serviront d'exemple et de leçon à l'Europe. Instruits par les sacrifices que lui coûte la conquête de sa liberté, les peuples réprimeront les passions effrénées dont la France a été la victime; ils ne souffriront point que les factions déchirent leur sein; ils éviteront les routes où nous avons failli mille fois nous perdre; ils feront servir les lumières acquises, la douce philosophie, la raison froide, et ils les feront servir seules, au perfectionnement de la société civile et à l'avancement de l'esprit humain.

Le héros que la France a choisi pour chef de son gouvernement, en fixant son repos et ses destins par la puissance du génie, en travaillant à sa prospérité par toutes les idées libérales qui le dirigent, portera dans le monde entier, par la gloire de son nom et par la sagesse de son administration, l'image du bonheur où les peuples peuvent parvenir, lorsque ceux qui les gouvernent réunissent à l'élévation de l'esprit le pouvoir des lumières, l'énergie du courage, la pureté des mœurs, et l'amour de tout ce qui est grand et beau.

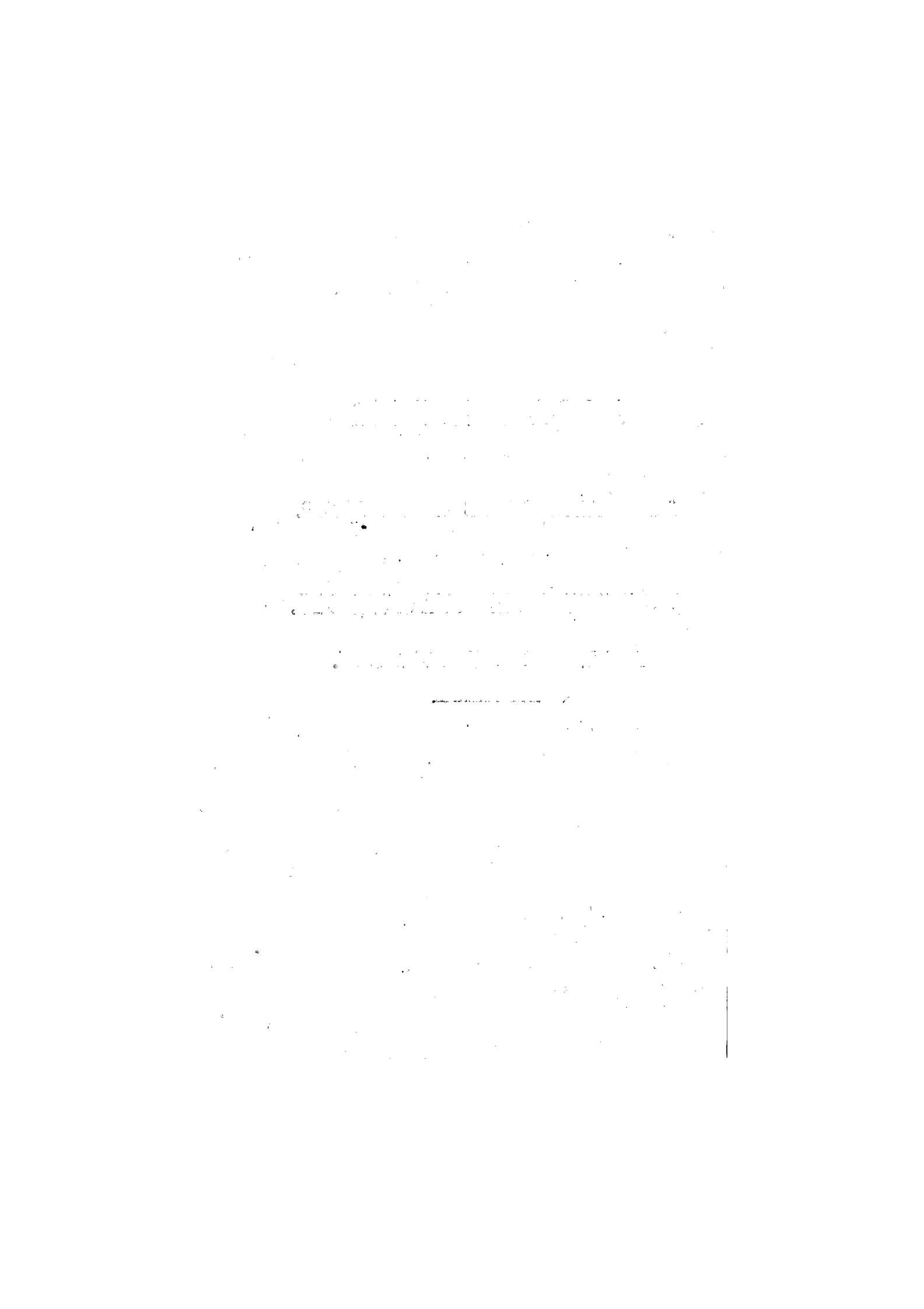
La paix va bientôt fermer les plaies qu'une guerre cruelle a faites à l'humanité! Bientôt les arts consolateurs répareront les maux et feront oublier les calamités qui pèsent depuis dix ans sur l'Europe. Les sciences, impérissables malgré tous les désastres de la guerre, mais plus ou moins languissantes pendant le bruit des armes, reprendront une nouvelle activité; la chimie, qui en fait aujourd'hui une si belle partie, continuera d'être cultivée avec plus d'ardeur encore; la France, où elle a pris un si grand accroissement, et qui en est

véritablement le chef-lieu depuis vingt-cinq ans surtout, la France, qui joint à tous les genres de gloire celui d'avoir vu renouveler et recréer chez elle cette science si utile aux hommes, conservera précieusement la supériorité qu'elle a prise dans sa culture. Devenue partie essentielle de l'enseignement donné dans toutes les écoles, la chimie se répandra peu à peu dans toutes les classes de la société; et tandis qu'elle ne cessera de faire des pas vers sa perfection par les découvertes des savans, elle éclairera tous les ateliers, toutes les manufactures, dont la prospérité est liée à ses progrès.

SYSTÊME
DES
CONNAISSANCES CHIMIQUES.

PREMIÈRE SECTION.

INTRODUCTION.



PREMIÈRE SECTION.

Bases de la science chimique. Généralités et introduction.

ARTICLE PREMIER.

Définition de la chimie; ses noms divers; ses rapports, et ses différences avec les autres sciences.

1. On ignore absolument la véritable étymologie et l'origine du mot chimie. L'une et l'autre sont couvertes de fables, et se perdent dans la nuit des temps. Parmi les historiens de la science, les uns disent que son nom vient du mot *Kema*, prétendu livre de secrets confié aux femmes par les démons; les autres le tirent de Cham, fils de Noé, qui a donné son nom à l'Égypte, nommé Chémie ou Chamie; quelques-uns l'attribuent à Chemmis, roi des égyptiens; quelques autres la font venir du mot χύμος, qui signifie suc, parce qu'elle a, disent-ils, commencé par l'art de préparer les sucs, ou de l'autre mot grec χέω, χύω, je fonds, parce qu'elle est, suivant eux, fille de l'art de fondre les métaux.

2. La chimie a encore été nommée art ou science *hermétique*, parce qu'on en a attribué l'origine au sage égyptien Hermès; alchimie, quand on la fait consister dans la recherche de l'art de faire de l'or; *chrysopée*, *argyropée*, par la même raison; *pyrotechnie*, parce qu'elle a beaucoup employé le feu, dont elle a su diriger l'effet; art *spagyrique*, tiré de deux mots grecs, dont

l'un signifie séparer, et l'autre, réunir, parce qu'elle sépare en effet et réunit les élémens des corps.

3. Les auteurs ont presque autant varié sur la définition que sur l'origine et l'étymologie de la chimie. Les uns n'y ont vu que l'art d'examiner, d'extraire, de purifier les corps, et surtout les métaux ; d'autres ne l'ont présentée que comme celui de préparer les médicamens. Ce n'est que depuis le milieu du dix-huitième siècle qu'on l'a considérée comme la science qui fait connaître les principes dont les corps sont composés et leur nature différente. Cette dernière définition même n'est pas exacte, puisqu'elle n'embrasse ni toutes les productions de la nature, dont l'on ne connaît pas les principes, ni tous les moyens de la science, qui ne se bornent pas à séparer les principes des corps.

4. La vraie définition qu'on peut en donner, dans l'état actuel de la science, doit être beaucoup plus générale. Voici celle que j'ai adoptée depuis vingt ans. La chimie est une science qui apprend à connaître l'action intime et réciproque de tous les corps de la nature les uns sur les autres. Par les mots, *action intime*, et réciproque, cette science est distinguée de la physique expérimentale, qui ne considère que les propriétés extérieures des corps doués d'un volume et d'une masse qu'on peut mesurer, tandis que la chimie ne s'attache qu'aux propriétés intérieures, et n'agit que sur des molécules dont le volume et la masse ne peuvent pas être soumis aux mesures et aux calculs.

5. La chimie est une science distincte et séparée de toutes les autres : on ne la confondra plus avec l'alchimie, qui, même avec du succès, ne serait qu'une de ses expériences ; avec la métallurgie, qui n'est qu'un art chimique ; avec la pharmacie, qui n'est qu'une de ses branches ; avec la physique, qui doit précéder ses recherches sans pouvoir diriger sa marche ; avec la médecine, qui en tire beaucoup de lumières, mais pour les appliquer seulement à la physique animale et à l'action de tous les corps sur celui de l'homme et des animaux ; ni enfin avec aucun

art, quelque ingénieux et quelque étendu qu'il soit dans ses moyens et ses résultats. La chimie peut éclairer et éclaire réellement toutes les sciences naturelles, tous les procédés de fabrication, de purification, d'extraction, qu'on pratique dans les ateliers où l'on modifie les propriétés intimes des productions naturelles.

6. Son but manifeste, en recherchant le mode d'action intime que les molécules des corps divers exercent les unes sur les autres, est de déterminer ce qui résulte de cette action, les changemens qu'elle fait naître dans les propriétés des corps, la quantité, la proportion, l'ordre de combinaison des différens élémens qui constituent les composés naturels, la manière de parvenir à bien connaître leur composition, les différens degrés de la force avec laquelle les divers corps tendent à s'unir, ou ont été unis par la nature, et, en leur donnant ces premiers résultats, de conduire le savant et le philosophe à saisir les vrais caractères distinctifs des productions de la nature, la manière dont elles se forment, se détruisent, s'altèrent dans les phénomènes de notre globe, ainsi que les ressources multipliées qu'elles offrent à l'homme pour satisfaire tous ses besoins, depuis les plus indispensables au soutien de son existence, jusqu'à ceux que créent l'imagination et le génie, et qui contribuent sans cesse au perfectionnement et aux jouissances de la raison humaine.

ARTICLE II.

Divisions et branches de la Chimie.

1. Depuis que la chimie est devenue une science applicable au plus grand nombre des connaissances humaines, et capable d'en reculer les limites, depuis que les découvertes modernes en ont étendu la sphère et agrandi le domaine, on a senti la nécessité d'en considérer en particulier les différentes branches, de la partager en plusieurs divisions, qui, sans en faire autant

de sciences séparées ou isolées, ont l'avantage d'en offrir les diverses applications, et d'en montrer en même temps toutes les utilités.

2. Il n'est plus question aujourd'hui de diviser seulement la science chimique en chimie théorique et en chimie pratique; distinction qui était la seule admise autrefois, qui faisait même le partage naturel des ouvrages de chimie les plus recommandables, et, en particulier, de ceux de Boerhaave, de Sénac et de Macquer. Un pareil partage est plus dangereux qu'utile aux progrès de la science; il tend à séparer deux parties qui doivent rester inséparables. La théorie, sans la pratique, marcherait en aveugle; et la pratique, qui ne conduirait point à la théorie, ne serait qu'une manœuvre vaine et sans véritable but.

3. Dans l'état d'avancement où est la science, je distingue huit branches principales de la chimie, qui, en comprenant tout son ensemble, donnent à la fois le dessin exact de tous ses détails. Je nomme ces huit branches, chimie philosophique, chimie météorique, chimie minérale, chimie végétale, chimie animale, chimie pharmacologique, chimie manufacturière, et chimie économique. En définissant chacune de ces branches, on verra que, quoiqu'elles se tiennent toutes par un lien indissoluble, il faut cependant, pour porter chacune d'elles à sa perfection, les cultiver en particulier.

4. La *chimie philosophique* précède et domine toutes les autres. A l'aide des faits les plus généraux, elle établit les principes et fonde toute la doctrine de la science. Elle ne s'applique à aucun objet particulier, mais elle les éclaire tous de son flambeau; elle s'occupe des lois de l'attraction entre tous les corps, des phénomènes de leurs combinaisons ou de leurs décompositions, des propriétés des principaux corps ou des plus généralement répandus dans la nature, des opérations qu'on pratique pour découvrir l'action réciproque de tous les corps, des moyens généraux de les analyser ou de les combiner; elle explique les plus grands mouvemens de la nature; elle emprunte à toutes

les autres branches les faits qui la constituent. Elle forme, relativement aux sept autres branches, le tronc primitif qui les supporte toutes ; elle est, en un mot, par rapport à ces autres branches, ce que sont les mathématiques simples aux mathématiques appliquées.

5. La *chimie météorique* s'occupe spécialement de tous les phénomènes qui se passent dans l'air, et que l'on connaît sous le nom de météores. Aucun auteur n'a encore parlé de cette espèce de chimie, et elle n'a été créée que depuis quelques années. La seule observation physique ne suffit pas pour connaître la nature, les phénomènes mêmes, la succession et sur-tout la cause des météores. Si les immenses suites d'observations météorologiques, qui surchargent nos bibliothèques, n'ont presque rien appris de ce qu'il importe tant à l'homme de savoir sur les grands effets atmosphériques, on ne peut expliquer cet insuccès qu'en reconnoissant qu'on n'a pas pris jusqu'ici la vraie route qu'il fallait tenir pour résoudre ces problèmes du degré le plus élevé. Les météores sont de véritables effets chimiques : inflammables, lumineux, aériens, aqueux, de quelque caractère qu'ils soient doués, sous quelque forme qu'ils se présentent, quelle que soit la matière qu'ils affectent qu'ils transportent ou qu'ils dénaturent, ils sont manifestement dus à d'immenses opérations chimiques ; et la chimie seule peut en dévoiler la cause et en pénétrer les mystères. Les sommets des hautes montagnes et les machines aérostatiques seront tôt ou tard les laboratoires, où de nouvelles expériences et de nouveaux instrumens iront interroger la nature sur ces terribles révolutions atmosphériques, dont l'homme, long-temps réduit à redouter les effets, est appelé à étudier les causes, s'il veut apprendre à en prévenir ou à en détruire les fâcheuses influences.

6. La *chimie minérale* a pour objet l'analyse ou l'examen de tous les fossiles, des eaux, des terres, des pierres, des métaux, des bitumes, etc. l'art de les séparer, de les unir, de les purifier et de les reconnaître à des caractères certains, d'en saisir

la formation primitive, les divers états, les différentes et successives altérations. C'est à elle à diriger les recherches et les classifications des minéralogistes : sans elle il n'y aura jamais de véritable minéralogie ; seule, elle pourra quelque jour expliquer les révolutions du globe, et fonder la science si nouvelle de la Géologie. Elle explique la formation des pierres, des mines, des dépôts, des incrustations, des stalactites, de l'action des eaux superficielles ou souterraines, des incendies volcaniques, des tremblemens de terre, des éboulemens, etc. C'est une des branches les plus cultivées et les plus avancées de la science chimique.

7. La *chimie végétale* traite de l'analyse des plantes et de leurs produits. Naguère encore ce n'était qu'une série des procédés des arts qui extrayent, purifient et approprient à nos besoins les différens matériaux des végétaux, ou de celui qui les prépare de diverses manières pour le soulagement de nos maladies. Aujourd'hui elle a un objet beaucoup plus étendu, un sujet beaucoup plus grand, des vues en quelque sorte plus relevées. Elle a de nouveaux moyens de décomposer les produits des plantes et de saisir leur ordre de composition : elle commence à expliquer leur nature intime, leur formation et leurs rapports ; elle leur fait éprouver des changemens analogues à ceux que produit la végétation, et elle doit parvenir à expliquer les lois de la physique végétale, dont elle a déja posé les plus solides et les seuls fondemens. Elle montre comment les substances minérales se combinent trois à trois pour former les composés végétaux, l'influence des divers terrains, celle du mêlange des terres, des engrais, des arrosemens, sur la végétation. Ses premiers succès annoncent qu'elle sera quelque jour la boussole de l'agriculture, comme elle est depuis long-temps le guide du pharmacien, et de tous les arts qui ont pour objet le traitement des substances végétales.

8. La *chimie animale* est aujourd'hui dans la même condition heureuse que la chimie végétale. Comme celle-ci, elle ne se

borne pas à l'analyse des matériaux du corps des animaux, et à l'avancement des arts qui préparent ces matériaux pour nos besoins. Sa destinée est beaucoup plus élevée, et ses espérances s'étendent beaucoup plus loin. Munie d'instrumens exacts et de méthodes ingénieuses pour déterminer les vraies différences qui existent entre les matières végétales et les matières animales, elle fait voir ce qui arrive aux premières quand elles passent à l'état des secondes dans les organes des animaux ; elle explique les effets de la digestion, de la respiration, de la transpiration, et de plusieurs autres fonctions de l'économie animale ; elle ouvre une nouvelle route pour la physique des corps organisés et sensibles : c'est à elle à aider l'anatomie pour fonder sur des connaissances plus certaines les bases de la physiologie. Déja on la croit sur le point d'expliquer le phénomène de la vitalité et de l'irritabilité. On pourra, par son secours seul, déterminer les altérations morbifiques des humeurs et des solides, et poser ainsi les véritables fondemens de la pathologie. Seule encore, cette partie de la chimie pourra expliquer les effets d'un grand nombre de remèdes : en sorte que, devenue médicinale sous le point de vue de la science de l'homme malade qu'elle doit éclairer de son flambeau, cette chimie se partage encore en trois branches secondaires ; savoir, la chimie physiologique, la chimie pathologique, et la chimie thérapeutique.

9. La *chimie pharmacologique*, qui embrasse tout ce qui tient à la connaissance, à la préparation et à l'administration des médicamens, est une de celles qui ont le plus contribué à l'établissement de la chimie philosophique, à cause du grand nombre d'expériences, d'essais et de tentatives qu'elle a donné occasion de faire sur tous les corps naturels. Tandis que celle-ci s'est élevée aux plus sublimes conceptions et aux plus hautes destinées, la chimie pharmacologique, agrandie par les résultats même de la première, a tellement multiplié ses ressources et ses moyens, qu'elle est devenue une des plus fortes branches de la science. Elle s'occupe de l'analyse des médica-

mens simples, de la préparation des remèdes chimiques, de la fabrication des médicamens Galéniques, des compositions magistrales que l'art des formules varie chaque jour, de la conservation des médicamens simples et composés, ainsi que des sophistications à reconnaître et à prévenir.

10. Je nomme *chimie manufacturière*, celle qui s'applique à découvrir, à rectifier, à étendre, à perfectionner ou à simplifier les procédés chimiques des manufactures. Il faut, pour y obtenir des succès, joindre un esprit inventif aux plus profondes connaissances de chimie philosophique. Elle a fait de grands pas en France depuis quelques années, comme le prouvent les établissemens nombreux de blanchîmens, de toiles peintes, de teintures, de savonnerie, de tannage, de sels et d'acides minéraux, de poteries, de verreries, de porcelaine, etc. C'est la chimie la plus cultivée et la plus avancée en Angleterre, en Allemagne et en Hollande; c'est celle qui rend les plus importans services à la société.

11. Enfin je distingue la dernière branche de la chimie par le nom de *chimie économique*, parce qu'elle a pour but d'éclairer, de simplifier et de régulariser une foule de procédés économiques qu'on exécute sans cesse dans toutes nos demeures, pour les assainir, les chauffer, les éclairer, pour préparer les vêtemens, la nourriture, les boissons. Elle devrait faire partie de toute éducation soignée, puisqu'elle est nécessaire pour la conservation de la santé. C'est, en quelque sorte, une chimie familière ou domestique. Elle est encore très-utile pour détruire les préjugés qui assiégent la plupart des hommes, et qui leur sont souvent plus nuisibles que les maux réels auxquels ils sont exposés.

ARTICLE III.

Esquisse historique de la chimie.

1. Quand on veut étudier une science, il serait ridicule de ne pas dessiner au moins les grands traits de son histoire, puis-

qu'en faisant connaître les principales phases par lesquelles elle a passé, elle fixe les dates des découvertes, elle expose les erreurs, donne les moyens de les éviter, empêche de recommencer des essais déja faits avec succès, indique ce qui reste encore à faire, et trace le chemin qu'on doit tenir pour trouver ce qu'on cherche.

2. Pour donner ici à l'esquisse historique, qui doit servir d'introduction à l'étude de la chimie, la véritable utilité qu'elle doit avoir, il est nécessaire de partager cette histoire en quelques époques principales, qui, correspondant, d'une part, au cours des temps, fixent, de l'autre, les grandes révolutions qui ont changé à différentes reprises la face de la science.

3. J'établis six grandes époques dans l'histoire de la chimie : la première comprend les temps anciens ; la seconde, son moyen âge ; la troisième, la naissance de la chimie philosophique, ainsi que les découvertes faites après la création de la physique expérimentale et l'établissement des sociétés savantes ; la quatrième appartient à la découverte des gaz et à la grande révolution qui l'a suivie ; la cinquième, à la fondation de la doctrine pneumatique ; et la sixième, à la nomenclature systématique, et à la consolidation de cette doctrine. Il y a cette grande différence entre ces époques, qu'elles partagent très-inégalement les temps qui se sont écoulés jusqu'à nous ; que les trois premières embrassent, en se traînant dans les siècles, depuis les premiers peuples jusqu'au milieu du dix-huitième siècle ; tandis que les trois dernières, pressées en quelque sorte les unes contre les autres, et renfermant une suite immense de travaux et une liste étonnante de découvertes, présentent, en quarante ans, plus de perfection et de progrès dans la raison humaine, que tous les siècles accumulés n'en avaient offerts avant elles.

4. C'est là justement un des caractères particuliers et comme distinctifs de la chimie : elle n'a point marché de suite, et régulièrement, comme toutes les autres connaissances humaines ; elle n'a pas éprouvé cette progression lente et mesurée qu'on

observe dans la plupart des sciences. Presque absolument inconnue aux anciens, elle n'a commencé à être une science que vers le milieu du dix-septième siècle, et tout ce qu'elle avait recueilli et rapproché de faits pendant plus de cent ans ne forme presque qu'un point imperceptible pour la philosophie naturelle, en comparaison des pas immenses qu'elle a faits dans les trente dernières années.

5. Son histoire, traitée dans tous les détails, et avec tout le soin qu'elle exige, offrira sur-tout à la postérité le plus étonnant spectacle des efforts du génie, et tiendra une des places les plus distinguées dans les fastes de l'esprit humain. L'esquisse qui va être consignée ici pourrait seule servir à mettre cette vérité dans tout son jour.

PREMIERE ÉPOQUE.

Premières phases de la chimie dans l'antiquité.

6. La première époque de la chimie doit, plus encore que les autres sciences, être couverte de ténèbres et de fables. Bergman, qui a le mieux et le plus clairement écrit sur cette partie de l'histoire de la chimie, dans sa dissertation intitulée *De primordiis chemiæ*, commence par faire voir à quoi tient la lenteur des progrès de la philosophie naturelle, par des raisons puisées dans la difficulté de l'observation et des expériences, dans le peu d'hommes qui s'en occupent, la rareté des organes et des talens nécessaires pour y réussir, les préjugés à vaincre, la paresse de l'esprit à combattre, les prestiges de l'imagination à repousser; il observe que cette première partie de l'histoire de la chimie est vraiment fabuleuse. Il suit cette époque sous les cinq divisions de Premiers arts chimiques, de Traces de la chimie dans l'Égypte, de Traces de la chimie chez les Grecs, chez différentes nations, et de Résumé général des connaissances chimiques du premier âge. Suivons avec lui cette route obscure, en la parcourant rapidement.

7. Une science ne peut exister que par la comparaison de beaucoup de faits et d'observations. Ces faits, dus d'abord au hasard, répétés par l'industrie pour les besoins des individus, ont constitué les arts. Leurs premiers inventeurs pouvaient et devaient être des hommes de génie; on en a fait des dieux à cause de leurs services, et les grands guerriers n'étaient encore que des héros. On parle d'abord des fondeurs des métaux, des forgerons, des fabricateurs d'armes et d'instrumens aratoires. On cite Tubalcain ou Vulcain, l'art de fabriquer la monnoie d'or et d'argent du temps d'Abraham; on attribue à Noé la découverte de la fermentation du raisin et de la cuisson des briques.

8. En Egypte, on regarde la science des prêtres comme de la chimie: on veut qu'après Hermès, qui en a écrit les élémens sur des colonnes, les prêtres les aient transportés sur les hiéroglyphes des temples et des souterrains. Suivant Diodore de Sicile, les arts chimiques étaient fort avancés chez les Egyptiens. Ils préparaient plusieurs médicamens; ils appliquaient comme caustiques les cendres calcinées; ils avaient beaucoup de parfums composés; ils savaient faire des emplâtres avec des oxides métalliques; ils taillaient, sculptaient et polissaient les pierres dures, les basaltes sur-tout; ils fondaient et coulaient les métaux; ils préparaient des briques, extrayaient le natrum du limon du Nil, fabriquaient des savons, de l'alun, du sel marin, du sel ammoniac; ils retiraient l'huile des olives, des graines du raifort; ils conservaient les corps par l'embaumement; ils travaillaient bien l'or et le cuivre; ils possédaient des procédés de métallurgie; ils faisaient des verres, des porcelaines peintes, des émaux; ils peignaient sur le verre; ils avaient de la dorure et de l'argenture; ils fabriquaient une espèce de bierre, du véritable vinaigre; ils teignaient la soie à l'aide des mordans. L'ensemble de ces arts, dont tous les voyageurs, depuis Diodore, ont reconnu l'existence dans l'ancienne Egypte, a bien pu faire penser aux

chimistes que les Egyptiens possédaient en effet de profondes connaissances en chimie.

9. On en trouve moins de traces chez les Grecs qui allaient cependant puiser leurs arts en Egypte. Leurs plus grands philosophes, Pythagore, Thalès, Platon, etc. ont plus cultivé les mathématiques et l'astronomie que les sciences physiques. On fabriquait des alliages fameux à Corinthe, de la céruse à Rhodes; on employait le cinabre en Grèce; on y taillait les pierres les plus dures, et leurs sculpteurs sont bien plus célèbres que leurs chimistes. Tychius y tannait les cuirs; Platon a bien décrit la filtration; Hippocrate connaissait les calcinations; Galien a parlé de la distillation *per descensum*, et l'ambic a été indiqué par Dioscoride, long-temps avant qu'on y ait ajouté la particule *al*. Athénée citait une verrerie établie à Lesbos. Démocrite d'Abdère a préparé et examiné les sucs des plantes. Aristoste et Théophraste ont traité des pierres et des métaux. Beaucoup de Grecs ont donné encore dans les mystères de l'alchimie. Tous les philosophes grecs ont créé des systêmes sur les principes des corps, sur les élémens, sur leur conversion. Leurs arts n'étaient pas plus avancés que ceux des Egyptiens; leur physique étoit systématique, et leur chimie nulle.

10. Les Israélites ont puisé leurs connaissances en Egypte. C'est là que Moïse apprit les propriétés des métaux, l'extraction des huiles, la préparation des parfums, la dissolution de l'or, la teinture du lin, la vinification, l'acétification, la dorure, la poterie, la fabrication du savon, etc.

Les Phéniciens faisaient beaucoup de verre, qu'ils échangeaient; c'est chez eux qu'a été trouvée la pourpre de Tyr, si célèbre avec ses trois nuances. Ils travaillaient aussi les mines et les métaux. Les Perses ont donné aux métaux le nom des planètes.

On connaissait, en Chine, dès ces temps reculés, le nitre, la poudre à tirer, le borax, l'alun, le verd-de-gris, les onguens mercuriels, le soufre, les couleurs, les teintures du

lin et de la soie, la papeterie ; on y faisait des porcelaines et des poteries très-variées ; on y fabriquait beaucoup d'alliages. L'emploi de la cire, de l'ivoire y était très-connu, et la corne y était bien travaillée. Il est donc permis, d'après leurs arts, de regarder, avec Guignes, les Chinois comme une colonie égyptienne.

Les Romains n'ont rien ajouté aux arts chimiques ; ils les tenaient des Egyptiens et des Grecs. On parle cependant de verre malléable, présenté à César suivant Pétrone, ou à Tibère suivant Pline. Tout ce que dit ce dernier des arts chimiques était déja connu avant les Romains. Un peuple toujours guerrier et conquérant n'a ni le temps ni le goût de cultiver et de perfectionner les arts.

11. Si l'on considérait comme chimie les arts qu'elle éclaire, il est évident que cette science aurait précédé toutes les autres ; que l'Egypte en serait le berceau ; qu'elle aurait été cultivée, depuis un temps immémorial, dans la Chine : mais il n'existait point de science. Le vinaigre étoit le seul acide connu ; la soude était nommée *nitre* : parmi les sels, on ne traitait que le marin, l'ammoniac et l'alun ; le verd-de-gris et le sulfate de fer, les seuls parmi les métalliques. On ne distinguait que la terre calcaire et l'argile ; le soufre, les huiles et les bitumes étaient les seules matières inflammables employées. On travaillait sept métaux ductiles ; les métaux cassans étaient inconnus. On faisait peu de véritables opérations chimiques. Ainsi, dans tous ces faits, on ne trouve que l'enfance de l'art ; il n'y avait et il ne pouvait y avoir aucun système scientifique.

DEUXIEME ÉPOQUE.

Moyen âge ou temps obscur de la chimie.

12. Bergman fait commencer cet âge, sur lequel il a écrit une très-bonne dissertation qui servira de guide à cet article, au septième siècle, vers le temps de la destruction de la biblio-

thèque d'Alexandrie par les Arabes, et il l'étend jusqu'au milieu du dix-septième siècle. C'est une période d'environ mille années, pendant laquelle les sciences en général, et spécialement la chimie, n'ont fait que bien peu de progrès. Elle commence par le plus affreux monument de vandalisme que l'histoire si funeste des guerres nous ait transmis, l'incendie de la bibliothèque d'Alexandrie, foyer de science et de lumières, qui entraîna avec lui la destruction des connaissances de tous les genres. Pendant ces temps, des barbares, en parcourant et ravageant l'Europe, en faisaient fuir les arts et les sciences : elles y revinrent après les croisades, et y trouvèrent un peu plus de repos et de protection, quoique ceux qui les cultivaient eurent ensuite à combattre contre la superstition et le fanatisme, qui les proscrivaient comme magiciens et sorciers.

13. Pendant toute cette époque de guerre et de déraison, la chimie n'acquit que quelques faits sans liaison et sans suite. Elle devint elle-même déraisonnable et folle : elle voulut faire de l'or et trouver un remède universel. Ces deux maladies de l'esprit, suite de l'ignorance, des combats, de la dévastation et de la superstition, ont long-temps tourmenté l'espèce humaine. Le langage chimique devint mystérieux, métaphorique, et, malgré les anathèmes de l'église et les poursuites des rois contre les imposteurs adeptes et alchimistes qui s'étaient multipliés à l'excès, le temps seul put guérir cette lèpre de l'esprit qui régna dans toute la période qui nous occupe. Telle est l'esquisse générale que Bergman trace de cette époque obscure de la chimie. Il n'y trouve qu'un seul trait utile parmi toutes les absurdités qui la déshonorent : c'est que les alchimistes, au milieu des immenses travaux auxquels ils se sont livrés, ont découvert un grand nombre de faits qui, sans eux, seraient restés inconnus.

14. Un des points remarquables de cette période consiste dans l'application de la chimie à la matière médicale par

les Arabes. Ce sont eux qui ont les premiers employé le sucre en médecine, sous le nom de miel de canne. Rhazez fit un grand nombre de mélanges et de compositions ; il employa toutes les opérations de la chimie à la préparation des médicamens. Albucasis eut encore plus de connaissances chimiques que lui ; il a très-bien décrit les trois distillations, les appareils distillatoires, ainsi qu'un grand nombre d'opérations. Geber, plus recommandable parmi les chimistes, a connu le sublimé corrosif, l'eau régale, la dissolution d'or. Mezué a suivi la même carrière, et décrit une foule de préparations pharmaceutiques ; il fut nommé l'Évangéliste des pharmaciens.

15. Nicolas Prevost, médecin de Tours, recueillit et publia à Lyon, en 1505, toutes les recettes et les antidotes. Valerius Cordus fit la première pharmacopée chimique en 1542 ; il y indiqua assez clairement l'éther, sous le nom d'huile douce de vitriol.

En 1270, Thadæus le Florentin fit connaître la propriété médicamenteuse de l'alcool. Dans les quinzième et seizième siècles, Basile Valentin et Paracelse employèrent beaucoup de préparations chimiques en médecine. Les élèves de ce dernier augmentèrent encore l'usage de l'opium et du mercure. L'antimoine, cause de dissentions et de procès entre les médecins, devint peu à peu, par les efforts des chimistes, un des plus précieux médicamens qui existent pour l'art. Crollius publia en 1609 la préparation du mercure doux. Les pharmacopées furent écrites avec beaucoup plus de soin, de clarté et de méthode ; celle de Schroder, sur-tout, contenait, à la fin de l'époque qui nous occupe, toutes les préparations chimiques les plus importantes, et des descriptions de procédés très-bien faites.

16. La chimie économique et les autres arts chimiques n'ont fait que peu de progrès pendant cette époque. Les procédés de métallurgie sont restés grossiers jusqu'au huitième siècle ; ce ne fut même que dans le seizième siècle qu'ils

furent réunis en système par G. Agricola. Il publia le premier, en 1546, un ouvrage méthodique sur la métallurgie et la docimasie, rédigé en douze livres, qui en comprennent toutes les parties. Suivirent immédiatement les traités d'Encelius, de Fasch, de Lazare Ercker. Les verres employés en vitres vers la fin du troisième siècle furent d'abord fabriqués en France, ensuite en Angleterre, vers le septième siècle. Les verres colorés, les émaux, parurent en Europe après la verrerie commune.

17. Ces considérations générales sur le peu de progrès de la chimie et des arts chimiques dans le moyen âge de la science, sont présentées dans la Dissertation de Bergman d'une manière vague, qui ne fixe aucune idée sur la succession des principaux hommes qui ont cultivé la science pendant cette époque. Il faut y suppléer par le dénombrement abrégé des plus célèbres chimistes qui se sont succédés depuis le milieu du septième siècle jusqu'au milieu du dix-septième. Après les Arabes déja désignés, qui remplissent spécialement le huitième, le neuvième, le dixième et le onzième siècles, il faut savoir que l'alchimie devint une sorte de fureur depuis le douzième siècle jusqu'au seizième, et que tous les auteurs qui ont écrit pendant ces siècles en ont plus ou moins infecté leurs ouvrages.

18. Le treizième siècle est remarquable par Albert le Grand, dominicain de Cologne, qu'on a regardé comme un magicien sans doute à cause de ses procédés chimiques; par Roger Bacon, né en 1214, près d'Ilcester en Somerset, célèbre par ses inventions de la chambre obscure, du télescope, de la poudre à canon, par des machines très-singulières, et par son immense réputation qui le fit surnommer le docteur admirable; enfin par Arnaud de Villeneuve, Languedocien, qui a indiqué les acides minéraux, et joint à ses études chimiques de vastes connaissances en médecine.

19. Dans le quatorzième siècle, on trouve Raymond Lulle,

rangé parmi les adeptes, et qui a écrit sur les eaux-fortes et les métaux. Il a été suivi de Basile Valentin, bénédictin allemand au quinzième siècle, fameux par son traité sur l'antimoine, dans lequel on trouve beaucoup de préparations données depuis comme neuves. Isaac le Hollandois est à peu près du même temps, et a donné des ouvrages fort loués par Boerhaave.

20. Le seizième siècle est rempli par l'école de Paracelse, né près de Zurich en 1493 ; chimiste fameux, enthousiaste de la science et des remèdes qu'elle lui fournissait, méprisant tous les anciens principes de la médecine, ayant fait des espèces de miracles avec l'opium et le mercure, promettant l'immortalité par ses remèdes, et mourant de débauche à l'âge d'environ quarante-huit ans, dans un cabaret de Saltzbourg. Une foule de médecins chimistes adoptèrent et propagèrent les principes de Paracelse dans le courant du seizième siècle et dans le commencement du dix-septième. On trouve dans cette liste Crollius, Ortelius, Poterius, Beguin, Tackenius, Zwelfer, Glazer, Cassius, Digby, Libavius, Angelus-Sala, Blaise de Vigenere, etc. Parmi ces chimistes, et à peu près à l'époque des travaux de plusieurs d'entre eux, il faut distinguer Van-Helmont, homme de génie, dont j'aurai occasion de parler ; Beccher, si fameux par son traité du monde souterrain et ses grandes vues ; Kunckel, un des premiers écrivains exacts des phénomènes chimiques ; Glauber, illustré par un grand nombre de découvertes, et par son conseil et sa méthode de ne pas rejeter comme inutiles les résidus des opérations ; Kircher et Conringius, les sages et savans antagonistes de l'alchimie.

21. Bergman termine son histoire du moyen âge de la chimie par un résumé des découvertes chimiques faites dans tout le cours de ce moyen âge, ou pendant les mille années qu'il y renferme. La classe des acides a été augmentée de la découverte du sulfurique, du nitrique et du muriatique. Les alcalis furent un peu mieux connus, et le volatil fut tiré du sel ammoniac par Basile Valentin au moyen de l'alcali fixe.

Le sulfate de potasse, préparé de trois ou quatre manières, reçut des noms différens; et celui de tartre vitriolé, qu'il a porté le plus long-temps, lui fut imposé par Crollius. Le nitrate de potasse reçut le nom de nitre, appliqué jusqu'alors à la soude. J. Sylvius découvrit le muriate de potasse, qu'il nomma sel digestif, et Glauber le sulfate de soude, qu'il décora du nom de sel admirable. On commença à connoître quelques sels terreux, et entre autres le muriate de chaux sous le nom de sel ammoniac fixe.

Les sels métalliques furent étudiés; le nitrate d'argent sous la forme et le nom de cristaux de Diane, et de pierre infernale, le muriate d'argent sous celui de lune cornée; les deux muriates de mercure furent décrits et employés; le précipité rouge ou arcane corallin, le sucre de saturne, le beurre d'antimoine, la poudre d'Algaroth, le tartre antimonié, les trois vitriols, furent ou découverts, ou mieux examinés et distingués.

Le sable fut distingué de l'argile, l'eau de chaux fut préparée, les sulfures alcalins indiqués.

Les métaux cassans ou demi-métaux furent distingués des ductiles; les bismuth, le zinc, l'antimoine, l'arsenic même, furent obtenus à l'état métallique. Une foule d'oxides, de prétendues teintures métalliques, spécialement le pourpre minéral, l'or fulminant, le turbith minéral, les précipités de mercure salins ou les oxides mercuriels de divers couleurs, le minium et la litharge, le colchotar, les safrans de mars, l'antimoine diaphorétique, etc. furent trouvés, et leur préparation assez bien décrite.

On commença à distiller les huiles volatiles et les huiles empyreumatiques; les éthers furent entrevus; l'esprit de vin assez bien connu, et désigné même par le nom d'alcool qu'il porte aujourd'hui.

22. Au récit de toutes ces découvertes présentées par Bergman dans l'époque de l'histoire de la science qui nous occupe, on sera sans doute étonné qu'on en ait commencé l'esquisse en

disant que la chimie, comme les autres sciences, a fait bien peu de progrès; et il semble en effet y avoir ici une contradiction manifeste entre ce qui a été dit au nº. 12 de cet article, et ce qu'on vient d'offrir au nº. 21. Cependant il est bon de remarquer que la plupart de ces découvertes ont été faites par des alchimistes, et que d'ailleurs le plus grand nombre, et sur-tout celles qui nous paroissent à juste titre capitales, ne doivent être rapportées qu'aux deux derniers siècles de cette longue période, et que le ralentissement de la science, ainsi que l'obscurité dont elle fut couverte, appartiennent entièrement aux huit premiers siècles, depuis le milieu du septième jusqu'au milieu du quinzième: en sorte qu'on pourrait séparer cette époque en deux autres, si la dernière n'avait pas encore été infectée par les erreurs alchimiques. Ajoutons d'ailleurs qu'il n'existait encore aucune liaison, aucune méthode systématique dans les connaissances chimiques, qui ne formaient ni ensemble réel ni science; et que tous les faits incohérens dont on vient d'offrir un abrégé, étaient bien plus relatifs aux idées ridicules ou exagérées de l'alchimie, de la médecine universelle, qu'à l'avancement de la science qui n'existait réellement pas encore.

TROISIÈME ÉPOQUE.

Naissance de la chimie philosophique; travaux des sociétés savantes; nombreux ouvrages élémentaires.

23. Quoique le caractère de l'époque précédente soit spécialement tiré de l'absence de tout système lié et de tout ensemble méthodique, la fin de cette époque, depuis le commencement du dix-septième siècle sur-tout, avait été marquée par la publication de quelques ouvrages où l'on trouvait cette première idée de liaison entre les faits, et d'enchaînement entre les vérités déjà découvertes: tels étaient ceux de Libavius, de Van-Helmont, d'Angelus-Sala, de Beguin, de Brendelius, de Rolfinck, de

Starkey, de Viganus, et de quelques autres, qui semblent n'appartenir que pour le temps seul de leur publication à l'époque qui vient d'être tracée, et ouvrir déja, par l'essai systématique qui commençait à s'y montrer, la route de la science dont la naissance a suivi de près cette époque.

24. Au commencement, et comme à la tête de l'époque que nous traitons en ce moment, doivent être placés deux hommes dont les ouvrages l'ont beaucoup emporté sur ceux de leurs prédécesseurs par la clarté des idées, l'ordre et la méthode qui y règnent, Barner et Bohnius. La publication de ces deux premiers ouvrages philosophiques sur notre science, coïncide avec la création de la physique expérimentale, et doit être regardée comme la naissance de la véritable chimie. La chimie philosophique de Barner, et le traité de la chimie raisonnée de Bohnius ont long-temps été les seuls livres des étudians. Stahl savait le premier de ces ouvrages par cœur à l'âge de quinze ans.

25. Les esprits affranchis du joug ancien des opinions trop accréditées, et corrigés des erreurs de l'alchimie, portés enfin à de nouvelles conceptions par les découvertes et les ouvrages de Bacon, de Descartes, de Leibnitz, de Galilée, de Toricelli et du grand Newton, commencèrent à sentir que c'était par la voie des expériences qu'il fallait interroger la nature. La physique expérimentale naquit bientôt, et les sociétés savantes furent créées depuis le milieu jusqu'à la fin du dix-septième siècle. L'académie *del Cimento* fondée à Florence en 1651, la société royale à Londres en 1660, et l'académie des sciences à Paris en 1666, furent le berceau de la physique et de la chimie expérimentales; on y entreprit de grands travaux sur l'analyse d'un grand nombre de corps, etc. Parmi les immenses recherches que nous renfermons pour cette époque dans l'espace de cent vingt ans, depuis 1650 jusqu'en 1770, on n'offrira que les principales, ainsi que les plus célèbres chimistes qui y ont contribué, en même-temps que les progrès les plus saillans qu'ils ont fait faire à la science.

26. L'analyse des eaux fut commencée à Paris par Duclos ; les distillations des plantes à feu nud furent faites avec beaucoup de soin par Dodart et Boulduc. Leibnitz examina les phospliores et les eaux à Berlin, et créa l'académie de Prusse sur le modèle de celle de Paris en 1700. Newton commença lui-même à répandre quelques idées générales et neuves sur les phénomènes chimiques dans le sein de la société royale de Londres. Boyle lia beaucoup d'observations chimiques aux expériences physiques. A Paris les deux Lémery, les trois Geoffroy, Lefebvre, Glazer, Homberg, Hellot et Duhamel ont agrandi la sphère de la science, tandis qu'en Allemagne, en Prusse, en Suède, elle était cultivée et avancée par Henckel, Schlutter, etc., en Angleterre par Starkey, Morley, Wilson, Slare, et en Hollande par Glauber, Sylvius et le Mort.

27. Au milieu de ces travailleurs infatigables, s'éleva en Prusse un homme qui fixa pour un demi-siècle la théorie de la science dont il a su présenter l'ensemble le plus imposant, le système le plus lié et le plus étendu. L'illustre Stahl, éclairé par les travaux et les vues de Kunckel, et sur-tout de Beccher dont il commenta les ouvrages, imagina sur le feu combiné un ingénieux système, qu'il accorda avec tous les faits connus jusqu'à lui, et qui, sous le nom de phlogistique, nommé auparavant terre inflammable par Beccher, offrit pour la première fois une idée mère embrassant toute la science, en réunissant toutes les parties, digne en un mot de rapprocher tous les hommes doués d'un esprit philosophique. Boerhaave, de son côté, contribua beaucoup à Leyde à la création de la chimie philosophique, et il l'enrichit d'une foule d'expériences sur le feu, la chaleur, la lumière, l'analyse végétale, etc. C'est sur les pas de ces deux hommes célèbres, c'est dans le même esprit, et en poursuivant la carrière qu'ils avaient ouverte, que les plus habiles chimistes ont marché pendant plus de cinquante ans. Parmi ces hommes éclairés, sectateurs et promoteurs de l'école de Stahl, on doit ranger spécialement en

France les Grosse, les Baron, les Macquer, les deux Rouelle; en Allemagne et en Suède les Pott, les Cronstedt, les Wallerius, les Lehman, les Gellert, les Margraf, les Neumann; en Angleterre les Freind, les Shaw, les Lewis; en Hollande les Gaubius, etc., etc.

28. Geoffroy l'aîné, médecin de Paris, de l'académie des sciences, auteur de la célèbre matière médicale, brille au milieu de cette fameuse liste, par la belle idée de la représentation des affinités chimiques dans une table qu'il publia en 1718. Il offrit, dans seize colonnes où il disposa les principaux corps connus à cette époque suivant l'ordre de leur affinité réciproque, le moyen ingénieux de décrire dans un très-court espace les résultats des principales expériences de chimie. Cette vraie et importante découverte a guidé un grand nombre de chimistes qui ont depuis ajouté une foule d'articles à cet ouvrage, mais qui en doivent manifestement l'idée à l'illustre Geoffroy. Ainsi les tables d'affinités de Rouelle, de Limbourg, de Máchy, de Wenzel, et celles de Bergman même, qui ont surpassé toutes les autres, ne sont réellement que le projet de Geoffroy agrandi et continué.

29. Dans un espace de temps de cent vingt ans, si remarquable dans les phases de la science, par la destruction des anciennes erreurs, par la naissance de la physique expérimentale, par la création des sociétés savantes, si rempli par un grand nombre de chimistes travailleurs, la masse des faits nouveaux et des découvertes a dû être considérable; il suffira ici d'en offrir une légère énumération pour en donner une idée convenable. Le diamant fut reconnu combustible; les gaz inflammable et méphitique des mines furent distingués; Lémery fit avec le soufre et le fer humectés son volcan artificiel; on connut la minéralisation et la chaleur des eaux; le phosphore fut découvert, et son extraction de l'urine humaine décrite avec soin en 1737. Kunckel et Henckel avancèrent beaucoup l'histoire chimique des métaux; le cobalt, l'arsenic, le zinc

et leurs mines, furent mieux connus ; l'examen des propriétés chimiques du fer, de l'antimoine, du mercure, fit naître une foule de préparations nouvelles ; le rapport et les différences de ces préparations, leur classement systématique furent déterminés plus exactement ; le platine fut distingué des autres métaux, et reconnu dans ses principaux caractères ; on ajouta à l'ordre des métaux le nickel et le manganèse. La docimasie et la métallurgie furent perfectionnées, et les ouvrages de Cramer, de Schlutter, de Schindler, de Délius, de Justi, de Wallerius, de Tillet, de Hellot, de Jars, corrigèrent beaucoup d'erreurs, en éclairant les procédés et en les rapprochant de la science ; toutes les préparations pharmaceutiques ont été perfectionnées ; les erreurs que la chimie avait portées dans l'art de guérir sont devenues infiniment moins dangereuses.

30. L'analyse végétale a éprouvé sur-tout d'heureux changemens dans cette période. Après un travail de trente ans sur la distillation des plantes à feu nud, on reconnut qu'on avait suivi une fausse route ; on commença l'examen des végétaux par les dissolvans ; les fermentations furent étudiées et classées ; les matériaux immédiats des plantes soigneusement purifiés et distingués les uns des autres ; les propriétés de chacun d'eux ont été étudiées et déterminées ; plusieurs même de ces matériaux, le gluten, le caoutchouc, des sels essentiels, des matières colorantes, ont été découverts ; l'éthérification est devenue un des phénomènes les plus constans et les plus remarquables de l'analyse de l'alcool ; les arts qui ont les végétaux pour objet, spécialement la boulangerie, la teinture, la savonnerie, etc., ont reçu d'immenses perfections.

31. L'analyse animale n'a pas moins profité depuis la naissance de la chimie philosophique, des sociétés savantes, et par les travaux successifs des chimistes qui remplissent la troisième époque de l'histoire de la science, que celle des minéraux et des végétaux. Schlosser et Margraf ont fait la précieuse découverte des sels phosphoriques dans l'urine, et de la véritable origine

du phosphore retiré de cette liqueur animale. Rouelle le cadet, Poulletier de la Salle examinèrent les liquides animaux et quelques matières solides. On vérifia dans les matières animales la propriété de produire de l'alcali volatil par le feu et par la putréfaction, que Van-Helmont, plus d'un siècle auparavant, avait déja indiquée comme un des caractères distinctifs de ces substances ; on étudia avec assez de soin les causes et les phénomènes de la putréfaction. Mais, dans la suite et le nombre de ces travaux, il faut convenir que, malgré le rapprochement déja établi entre eux, ils ont laissé la science dans cet état de vague et d'indécision qu'on remarque de même dans l'analyse végétale, et qui fait le caractère distinctif de l'époque qui nous occupe ici par rapport aux matières organiques.

32. Le résultat de l'histoire de cette troisième époque consiste dans la véritable création de la science, l'ordre systématique et la liaison établis entre tous les faits connus, le rapprochement de tous les faits découverts pendant cet intervalle, et leur encadrement méthodique dans le système des connaissances chimiques. Le plus grand nombre des ouvrages importans où les faits chimiques ont été liés et présentés avec la méthode et la doctrine qu'on chercherait en vain avant cette époque, ont été écrits, après Stahl et Boerhaave, depuis les trente premières années du dix-huitième siècle.

33. Il faut compter spécialement dans l'ordre des chimistes célèbres dont je veux parler ici, et dont les ouvrages philosophiques ont terminé glorieusement les quarante années de l'époque qui nous occupe, 1°. Sénac, auteur du Nouveau Cours de Chimie suivant les principes de Newton et de Stahl, en 1723 ; 2°. Juncker, auteur du *Conspectus Chemiæ theorico-practicæ*, publié à Halle en 1730, 1738, 1744, 1750 ; 3°. Shaw, auteur des *Chemical lectures*, Londres, 1733 ; 4°. Cartheuser, auteur des *Elementa Chemiæ dogmatico-experimentalis*, 1736 ; 5°. Macquer, auteur des Élémens de Chimie théorique en 1749, et des Élémens de Chimie pratique en 1751 ; 6°. Vogel, auteur des *Institutiones*

Chemiæ, Gott. 1755 ; 7°. Fred. Hoffman, auteur du *Chemia rationalis et experimentalis*, 1756 ; 8°. Spielman, auteur des *Institutiones Chemiæ*, 1763.

QUATRIÈME ÉPOQUE.

Découverte des gaz ; commencement d'une grande révolution chimique.

34. Malgré les efforts des chimistes travailleurs de l'époque précédente, il existait une immense lacune dans la science. On avait fait trop peu d'attention à l'influence de l'air, et on en avait été détourné par celle que Stahl avait portée sur le feu combiné. Il se dégageait dans beaucoup d'opérations des fluides élastiques qu'on croyait vaguement être de l'air, qui faisaient souvent la plus grande partie des produits, et qu'on négligeait. Il y avait aussi absorption d'air dans beaucoup d'autres opérations, et on n'avait point encore cherché à en apprécier l'influence. C'est dans la connaissance de ces deux phénomènes que reposait en quelque sorte une révolution dont l'influence devait changer entièrement la face de la chimie.

35. Van-Helmont les avait entrevus et mystérieusement annoncés en 1620.

J. Rey devina la fixation de l'air dans les métaux calcinés en 1630.

Boyle fit sur l'air beaucoup de tentatives nouvelles à la fin du dix-septième siècle ; mais plus physiques que chimiques, ses expériences ne changèrent point assez les vues et les manipulations des chimistes.

Mayow travailla sur l'influence de l'air dans la combustion et la respiration en 1669 ; il souleva le voile par ses ingénieuses recherches : mais presque inintelligibles pour ses contemporains, on relégua ses assertions parmi les hypothèses, les opinions singulières, et le voile retomba.

Hales en 1723 fit une nombreuse suite d'essais sur les fluides élastiques dégagés dans la distillation, etc.; mais supposant toujours qu'il obtenait de l'air plus ou moins altéré, cherchant même à purifier cet air, il ne tira de tout son travail qu'un résultat erroné, savoir que l'air était le ciment des corps, et la cause de leur solidité. Il n'y avait aucune suite entre toutes ces premières tentatives : le lien que l'on a depuis retrouvé entre elles fut totalement rompu après Hales; et on parut oublier bientôt les faits déja découverts, ainsi que les premières idées qu'ils avaient fait naître.

36. En 1750 Venel, professeur de chimie à Montpellier, reprit le fil de ses expériences, en arrêtant dans l'eau le fluide dégagé des effervescences, et en imitant ainsi, par sa dissolution artificielle, les eaux minérales acidules; mais il fit encore tous ses efforts pour prouver que c'était de l'air.

En 1755 Black, professeur de chimie à Édimbourg, examina le prétendu air des effervescences, prouva que ce n'était pas de l'air, qu'il était très-absorbable par les alcalis caustiques, qu'il les adoucissait, les rendait effervescens, leur était enlevé par la chaux qu'il convertissait en craie; mais il lui conserva le nom d'air fixe, que Hales lui avait donné trente ans auparavant, sans le distinguer, à la vérité, de l'air, comme le fit Black. Les faits remarquables observés par ce dernier sur la différence de ce fluide d'avec l'air, avec lequel il avait été confondu jusque-là, firent une grande impression sur l'esprit des chimistes; ils les engagèrent à examiner attentivement ses propriétés : telle fut l'origine d'une immense révolution qui a changé la face de la science, en agrandissant son domaine.

37. En même-temps que Black faisait cette découverte capitale à Édimbourg, Saluces examinait à Turin le gaz dégagé de la poudre à canon pendant son inflammation; il le comparait à celui des effervescences; il trouvait dans l'un et l'autre la propriété, si différente de celle de l'air, d'éteindre les corps en combustion; il le distinguait par plusieurs autres de ses

caractères ; et cependant, moins exact que Black dans ses conclusions, il le croyait encore de l'air altéré par des substances étrangères.

38. Immédiatement après Black, Brownrigg trouvait en Angleterre que l'eau de Pyrmont contenait, comme principe de sa propriété gazeuse et acidule, le même fluide élastique que Black avait reconnu dans les alcalis effervescens, dans la craie et la magnésie ; et il liait ainsi, par un des plus heureux accords, les expériences de Vénel sur les eaux spiritueuses, comme on les appelait alors, avec la découverte du célèbre professeur d'Édimbourg.

39. Cependant tandis que Macbride répétait et augmentait en 1764 les expériences de Black sur l'air fixe, tandis qu'il étendait ses vues sur les propriétés de ce nouvel être, et qu'il en faisait une ingénieuse application à l'économie animale et à la médecine, un habile chimiste allemand, Meyer d'Osnabruck, donnait sur la chaux et les alcalis une opinion inverse de celle de Black. Il admettait dans ces matières caustiques un principe d'une ingénieuse création dont il ne prouvait pas l'existence, mais dont il appuyait la supposition par des expériences faites pour en imposer à beaucoup d'esprits. Il nommait ce principe *causticum*, ou *acidum pingue* ; il en supposait le passage du feu dans la chaux, les alcalis, les métaux, et expliquait ainsi les phénomènes de toute calcination.

40. Cette nouvelle doctrine partagea bientôt les chimistes en deux classes ; ceux qui croyaient au *causticum* de Meyer, et ceux qui admettaient l'air fixe de Black : presque toute l'Allemagne semblait disposée à embrasser le système de l'*acidum pingue*, quoiqu'il ne fût qu'un principe imaginaire, tandis que l'air fixe était un être réel, lorsqu'en 1769, Jacquin, professeur de chimie à Vienne en Autriche, publia une dissertation savante et pleine de faits aussi curieux qu'exacts, où il examinait et comparait l'une et l'autre doctrine ; il fit voir que l'air fixe expliquait, par des expériences rigoureuses, la causticité des

alcalis, de la chaux, l'action de celle-ci sur les premiers, qu'on le recueillait par l'action du feu pendant la calcination de la craie. L'ordre de cette savante dissertation, la clarté des idées de son célèbre auteur, la force de ses raisonnemens, et la nature des faits mêmes qu'il citait, répandirent une si grande lumière sur la question qui devait décider du sort de la chimie, que le plus grand nombre des chimistes adoptèrent et reconnurent l'existence de l'air fixe comme un corps très-différent de l'air. Les argumens mêmes que Crans employa contre ceux de Jacquin, dans une dissertation qu'il fit paraître en 1770 pour défendre la théorie de Meyer contre celle de Black, prouvaient plutôt pour tous les bons esprits en faveur de l'air fixe.

41. Cavendish, physicien de Londres, publia en 1766 et 1767, dans les Transactions philosophiques, une suite d'expériences importantes qui avancèrent beaucoup la connaissance et la théorie générale des fluides élastiques. En examinant l'air fixe avec des appareils plus exacts encore que ceux de Black, il détermina ses principales différences avec l'air, le reconnut plus pesant que lui, insista sur son absorption par l'eau et les alcalis, prouva qu'après avoir précipité l'eau de chaux en craie, il rendait ensuite celle-ci dissoluble, en indiqua la nature acide, montra que le charbon en brûlant produisait de l'air fixe, et devint ainsi le propagateur le plus ardent de la doctrine de Black. Il découvrit de plus deux autres espèces de fluides élastiques; l'un étoit le gaz acide muriatique; l'autre l'air inflammable, dont il détermina plusieurs des propriétés. Ce pas immense prouva qu'il y avait plusieurs corps, tous plus ou moins différens de l'air, qui pouvaient prendre et conserver la forme aérienne, et qu'ainsi, dans les expériences faites jusqu'à cette époque, on avait laissé perdre sous cette forme et sous le nom d'air, des produits dont il était important d'examiner les propriétés et de calculer les effets dans les analyses et les combinaisons.

42. La carrière s'ouvrit ensuite pour tous les chimistes

qui furent appelés à reconnaître ces nouveaux produits aériformes, à examiner leurs différences, leur nature et leur action sur les corps, et celle des corps divers sur eux. Bientôt les découvertes s'accumulèrent sans relâche sur ces fluides, et la chimie s'enrichit de jour en jour de nouveaux faits plus ou moins importans sur la nature, la différence et les propriétés de ces corps gazeux. Lâne, chimiste anglais, découvrit en 1769 que le fer était dissoluble dans l'eau chargé d'air fixe. Smith, en comparant de nouveau en 1772 les nouvelles propriétés de l'air fixe avec celles de l'air, insista sur les différences qui les distinguaient, et essaya de classer, quoique très-imparfaitement encore, différentes espèces de fluides qu'il nomma gaz, sans cependant renoncer encore à les croire de l'air surchargé de diverses matières étrangères, tant cette première idée, consignée dans les recherches de Hales, devait retarder les progrès des esprits dans la connaissance intime de la véritable nature de ces fluides.

43. Le docteur Priestley, qui avait entrepris depuis quelque temps une immense suite d'expériences et de recherches sur les gaz, qu'il désigna improprement sous le nom de différentes espèces d'air, agrandit tout-à-coup cette carrière, en multipliant nos connaissances sur les corps gazeux, en imaginant pour les recueillir, les conserver, les transvaser, les mettre en contact avec d'autres corps, des appareils plus simples qu'on n'en avait encore employés jusque-là. Woulfe, autre chimiste anglais, venait déja de perfectionner singulièrement les opérations de la chimie, en ajoutant aux ballons, qu'on perforait auparavant pour laisser dégager ce qu'on croyait être de l'air, des tubes qui s'ouvraient dans des bouteilles pleines d'eau, dans laquelle le gaz salin ou les vapeurs salines étaient reçues et se condensaient. Priestley, l'un des plus illustres physiciens qui aient contribué à la création des découvertes pneumatiques, et qui a trouvé seul plus de fluides élastiques différens qu'il n'en avait été découvert avant

lui, et qu'il n'en a été découvert depuis, donna en 1772 son premier ouvrage sur les différentes espèces d'air. Il y examina dans dix sections l'air fixe, tiré de la bierre en fermentation, avec lequel il acidula l'eau comme avec celui tiré par l'effervescence des alcalis; l'air qui a servi à la combustion des chandelles, à la respiration; celui dans lequel a été exposé un mélange de soufre et de fer; celui qui a servi à la combustion du charbon de bois, à la calcination des métaux; l'air inflammable, l'air marin et l'air nitreux. Le seul exposé de ces titres prouve que Priestley avait la double intention de déterminer ce qui arrivait à l'air de la part des corps combustibles et de tous les procédés qu'on appelait alors phlogistiquans, parce qu'on croyait qu'il se dégageait du phlogistique qui se combinait avec l'air, et de rechercher quelles étaient les différentes espèces de fluides aériformes qu'on obtenait dans les nombreuses expériences où il y avait dégagement de ces fluides. Priestley rassembla surtout les preuves que ces gaz étaient fort différens de l'air, qu'il fallait les en distinguer soigneusement; et quoiqu'il continuât à les désigner par le nom d'espèces d'air, à cause de leur forme, il a bien remarqué qu'il ne fallait pas les regarder comme des dissolutions de diverses matières dans l'air.

44. Rouelle le cadet en avait la même idée, lorsqu'en 1773, il publia dans le journal de médecine une dissertation sur l'air fixe, sur sa dissolution dans l'eau, sur sa combinaison avec le fer, sur l'air dégagé du foie de soufre, que Bergman a nommé ensuite gaz hépatique, et que le chimiste français, dont je parle ici, regarda le premier comme le minéralisateur des eaux sulfureuses, recherché depuis si longtemps et qui avait fait jusque-la l'écueil des chimistes.

45. La même année 1773 est remarquable d'un côté par la fausse idée que quelques chimistes voulurent soutenir encore, qu'il ne fallait regarder que comme de l'air altéré l'air fixe et ses différentes espèces; car cette classe de chimistes dissidens

confondait sous ce nom d'air fixe les diverses espèces de fluides élastiques qui ne devaient être considérées, suivant elle, que comme de l'air imprégné de différentes substances étrangères, sans apporter aucune preuve exacte ou positive de cette assertion; et de l'autre côté par le prix honorable que la société royale de Londres décernait publiquement à Priestley, pour avoir scrupuleusement distingué de l'air et examiné avec soin les diverses espèces de gaz sur lesquelles il venait de publier ses premières expériences, et de lui communiquer encore de nouveaux résultats qu'il se proposait d'étendre. L'illustre président de cette société, Pringle, dans un discours très-intéressant à l'occasion de ce prix décerné à Priestley, rappela tout ce qu'on avait déja découvert sur ces nouveaux fluides, et indiqua tout ce qu'on pouvait s'en promettre encore.

46. Bergman leva tous les doutes sur la nature de l'air fixe, différente de celle de l'air, dans une dissertation savante publiée en 1773, en prouvant que cet air fixe était un véritable acide : il le désigna par le nom d'acide aérien. Le cit. Guyton faisait cependant encore remarquer, en 1774, que quelques gouttes d'acide sulfureux dans une grande quantité d'eau imitaient l'eau acidulée par l'acide aérien.

Bewly, en adoptant en 1775 sa nature particulière, le désigna par le nom d'acide méphitique.

Chaulnes examina la même année, à Paris, celui qui se développe dans les cuves des brasseries; il fit devant l'académie des sciences d'ingénieuses expériences sur ce fluide; il donna aussi le moyen de préparer facilement de l'eau acidulée, en agitant, à l'aide de moussoirs, de l'eau au-dessus des cuves où la bierre était en fermentation.

47. Bayen publia en 1774 de belles expériences sur la réduction des chaux métalliques sans addition; il remarqua qu'il s'en dégageait de l'air; qu'elles n'avaient pas toujours besoin de phlogistique pour se réduire : et il commença à faire sentir le peu de nécessité et les erreurs même de la théorie

de Stahl. La même année au mois d'août, Priestley fit l'importante découverte de l'air vital, qu'il nomma air déphlogistiqué; il commença aussi à répandre beaucoup de lumières et de vues sur les procédés eudiométriques.

48. Alors les découvertes chimiques et les idées nouvelles se multiplièrent à tel point, qu'il faudrait les suivre mois par mois pour en avoir une notice exacte. Berthollet, en 1776, publia des observations sur l'air, dans lesquelles il fit voir que l'acide tartareux se changeait en air fixe par le feu, que l'acide acéteux donnait beaucoup d'air inflammable et d'air fixe dans sa décomposition, que l'air vital était contenu dans l'acide du nitre comme dans la chaux métallique. Bayen prouva que l'acide aérien était le minéralisateur du fer spathique.

49. Pendant ce temps, Schéele, guidé par le génie chimique, faisait de nombreuses et brillantes découvertes en Suède. Bergman venait de trouver la conversion du sucre en acide par l'acide nitrique: Schéele prouva que c'étoit le même que celui qui existait dans l'oseille. Il apprit à distinguer entre eux plusieurs acides végétaux, spécialement le citrique, le malique et le gallique; il découvrit les acides métalliques de l'arsenic, du tungstène et du molybdène; il jeta le plus grand jour sur le manganèse; trouva l'acide marin déphlogistiqué; entrevit la nature de l'alcali volatil et de l'acide prussique; et, après avoir fait une grande suite d'expériences sur l'air, la chaleur et la lumière, il essaya bientôt de donner une théorie générale de la chimie, très-différente de celle de Stahl, que Bergman adopta, illustra par sa manière de *philosopher*, étendit de beaucoup de développemens; mais qui admettait des idées et des suppositions si singulières et si nombreuses, qu'elle ne fut entendue et suivie que par un très-petit nombre de chimistes allemands.

50. Priestley continuait en Angleterre ses nombreuses recherches sur les gaz, qu'il nommait toujours espèces d'air; il trouvait l'air acide spathique, et l'air acide sulfureux. Le

nombre et l'opposition de ses expériences embarrassait cependant sa marche théorique à un tel point qu'il vacillait sans cesse dans ses explications. Macquer, sentant dès-lors la nécessité de changer la théorie générale de la science, imagina de substituer la lumière au phlogistique, de la regarder comme précipitant de l'air et de lier ainsi les nouvelles découvertes avec les anciennes et avec la doctrine de Stahl. Cependant Bayen, Priestley, Fontana, Berthollet, Schéele, Bergman, continuaient leurs travaux et leurs découvertes. Volta décrivait ses ingénieuses expériences sur l'air inflammable des marais, sur sa détonation avec l'air vital et l'air atmosphérique, sur la manière de déterminer la quantité d'air vital de l'air atmosphérique par cette détonation. Priestley découvrait dans les végétaux la propriété d'améliorer l'air gâté comme il le croyait, ou de verser réellement dans l'atmosphère de l'air vital. On trouvait l'acide méphitique ou aérien dans beaucoup de minéraux : Fontana, dans les malachites, et Laborie, dans le plomb spathique blanc.

51. Bientôt une foule de découvertes, de faits nouveaux, d'expériences curieuses, se succédèrent avec une étonnante rapidité. Les mémoires académiques, les ouvrages périodiques, les dissertations particulières suffisaient à peine pour publier toutes les nouveautés. La science occupait tous les esprits; et cependant, en s'enrichissant de faits sans nombre, sa théorie ne marchait qu'avec lenteur : elle semblait même se perdre et s'embarrasser elle-même au milieu de cette immense acquisition. Chaque chimiste avait sa théorie particulière : on ne remarquait aucun ensemble complet, aucun rapprochement certain entre les résultats dont la multiplicité surchargeait véritablement la science. Il fallait un homme à grandes conceptions, qui profitât de cet état d'incertitude et de vague pour arrêter et fixer la marche de la chimie. Une révolution était préparée de toutes parts dans les esprits; mais personne ne la guidait encore et n'en avait dirigé ou régularisé le mou-

vement. Un grand changement dans la théorie était nécessaire, et ce fut au sein de l'académie des sciences de Paris qu'il s'opéra, sous les auspices et par le génie de Lavoisier. Telle fut la source et la naissance de la doctrine pneumatique française, qui fait la cinquième époque que je distingue dans cette esquisse historique.

CINQUIÈME ÉPOQUE.

Fondation de la doctrine pneumatique.

52. Quoique l'on doive à Lavoisier une suite de découvertes chimiques importantes, qui suffiraient pour le mettre au premier rang des physiciens de son siècle, c'est bien plutôt par les immenses améliorations qu'il a portées dans les expériences de la chimie, par l'exactitude des résultats qu'il en a tirés, par la force du génie qui lui a montré et ouvert un carrière nouvelle, par l'extrême et sévère précision de ses raisonnemens, et enfin par la création d'une doctrine nouvelle fondée sur tous les faits relatifs aux fluides élastiques, que les fastes de la science consacreront son nom à la postérité. Aussi illustre que Stahl par la généralité de ses idées et la profondeur de ses vues, plus heureux que lui par la nature des travaux de son âge qui l'ont beaucoup rapproché de la vérité, il fut le chef de l'école qui, en détruisant toutes les erreurs de celles qui l'avoient précédée, devait élever à la nature un monument impérissable par l'établissement de la doctrine pneumatique française.

53. Connu dès 1768 par plusieurs recherches de physique d'une grande et précieuse exactitude, il saisit avec ardeur les nouvelles découvertes sur l'air fixe et les fluides élastiques faites en Angleterre et en Allemagne; il répéta en 1771 et 1772 toutes les expériences de Black, etc., et publia, au commencement de 1774, un premier ouvrage intitulé : Nouvelles recherches sur l'existence d'un fluide élastique dans quelques substances, et sur les phénomènes qui résultent de son dégagement

ou de sa fixation. Dans ce premier ouvrage, qui n'était en quelque sorte que l'essai de ses forces et l'annonce des travaux immenses qu'il projetait et qu'il avait déjà commencés, il fit voir jusqu'à quel point de précision on pouvait porter les expériences chimiques : en suivant l'air fixe de Black dans sa fixation, son dégagement, ses passages d'un corps dans un autre, il détermina sa quantité dégagée ou fixée ; il le montra s'exhalant pendant la réduction des chaux métalliques avec le charbon ; il annonça qu'une portion de l'air se fixait dans les métaux pendant leur calcination et augmentait leur poids ; il soupçonna que le charbon entrait dans la composition de l'air fixe, dont il rejeta la dénomination pour employer les mots simples de fluide élastique ; il examina les propriétés de l'eau qui en était chargée ; il prouva que le phosphore, en brûlant et en devenant acide, absorbait le cinquième du volume de l'atmosphère, ou deux fois son propre poids de matière existante dans l'air ; que l'eau ne contribuait point à ce phénomène ; que ce qui était absorbé de l'air paraissait être spécifiquement plus pesant que l'air lui-même. Cet ouvrage n'était au fait qu'une sorte d'exposition sommaire de toutes les idées et des faits nouveaux qu'il se proposait de faire connaître par la suite.

54. A peine Lavoisier eut-il publié ce premier ouvrage, que, sentant l'immense engagement qu'il avait pris avec le monde savant, il prépara tout ce qui lui était nécessaire pour poursuivre la carrière nouvelle et accomplir les grandes destinées qu'il prévoyait : machines exactes, laboratoires multipliés, entretiens savans, tout fut réuni dans sa demeure pour remplir ses vues.

En 1772, il donna sur la combustion du diamant un mémoire où il fit voir un singulier rapprochement entre la manière de brûler de ce corps et celle du charbon, rapprochement qui n'a fait que prendre de nouvelles forces depuis cette époque.

En 1774, il décrivit la calcination de l'étain dans des vaisseaux fermés, l'augmentation de son poids correspondante à la perte du poids de l'air des cornues dans lesquelles il faisait ces expériences ; il annonça que cette opération faisait une analyse de l'air, en absorbait la partie respirable, en laissait la partie non respirable qu'il nomma mofette atmosphérique.

En 1775 il fit connaître la nature du principe aérien susceptible de se combiner avec les métaux et d'augmenter leur poids pendant la calcination ; il le présenta comme le plus respirable, et prouva qu'en chauffant avec du charbon le précipité *per se* qui, chauffé seul, donnait de l'air uniquement respirable, on obtenait de l'air fixe qui n'y était pas contenu, et à la formation duquel le charbon devait concourir.

En 1776 il s'occupa de l'existence de l'air dans l'acide nitreux, de la décomposition et de la recomposition de cet acide. Après avoir rappelé que le phosphore et le soufre absorbaient le cinquième du volume de l'air en brûlant, qu'ils devenaient acides par cette absorption, il avança qu'il en était de même de l'acide du nitre, qu'il contenait de l'air comme les précédens, que les acides ne différaient les uns des autres que par la base qui y était unie à l'air, qu'on leur ôtait ou qu'on leur donnait l'acidité en leur ôtant ou en leur donnant l'air ; que les métaux, en se dissolvant dans les acides, leur enlevaient cet air et en dégageaient des fluides élastiques différens ; que le mercure pouvait ainsi servir à l'analyse des acides. Il entretint spécialement l'académie de celle de l'acide nitreux par ce nouveau moyen ; de la différence des deux acides du nitre, suivant la proportion respective des deux principes, air respirable et air nitreux, dont il le montra composé ; il fit voir que le phlogistique était inutile à son explication, et qu'on pouvait s'en passer.

55. L'année 1777 fut la véritable époque de la gloire de Lavoisier, de la création de la doctrine pneumatique, par les dissertations nombreuses qu'il publia, par les faits nouveaux dont il rapprocha

les résultats, par les attaques qu'il porta à la théorie du phlogistique, par la force et la multiplicité des preuves qu'il cumula pour la proposition de ses nouvelles idées, toutes fondées sur des expériences exactes. Ce fut dans le courant de cette année mémorable, à laquelle il rapporta lui-même dans les suivantes la naissance de la doctrine pneumatique, qu'il donna successivement les huit mémoires suivans.

a. Sur les phénomènes et les résultats de la combustion du phosphore : il y prouva la composition de l'air atmosphérique par un quart d'air pur et trois quarts de mofette.

b. Sur la respiration. Il y compara cette fonction à la combustion du mercure, fit voir que l'air résidu de la respiration éteignait les bougies, troublait l'eau de chaux, était chargé d'air fixe qu'il nomma avec Bucquet acide crayeux, et qu'il y avait destruction de l'air vital, séparation et isolement de la mofette atmosphérique, formation d'acide crayeux, comme dans une combustion.

c. Mémoire sur la combustion des chandelles dans l'air ordinaire et dans l'air éminemment respirable; il y a montré que l'air n'y diminuait pas sensiblement de volume; qu'un dixième se changeait en acide crayeux; que le phosphore lui enlevait ensuite de nouvel air respirable, quoiqu'il y en laissât un 0,05 que le pirophore seul pouvait arracher.

d. Mémoire sur la dissolution du mercure dans l'acide vitriolique et la décomposition de celui-ci en gaz acide sulfureux et en air éminemment respirable; il y prouva spécialement que l'acide sulfureux était de l'acide vitriolique, privé d'une partie de son air.

e. Mémoire sur la combinaison de l'alun avec les matières charbonneuses, et sur la formation du pirophore; il y montra l'altération de l'air par ce corps combustible changeant tout son air pur en acide crayeux.

f. Sur la vitriolisation des pyrites; il y prouva que ce phénomène était dû à l'absorption de l'air respirable. Ce fut-là qu'il

commença à attribuer la flamme et la chaleur à la matière du feu dégagée de l'air respirable, à mesure qu'il se fixait dans les corps combustibles.

g. Mémoire sur la combinaison de la matière du feu avec les fluides évaporables, et sur la formation des fluides élastiques; il commença à y généraliser ses idées sur la nature de la chaleur, ses deux états, l'évaporation, le réfroidissement qui l'accompagnait, la chaleur qui suivait au contraire la fixation des fluides élastiques, et à définir les gaz des dissolutions de corps volatils dans la matière du feu; idées qui, plus anciennement répandues par Black, étaient encore peu connues en France, et devaient faciliter pour Lavoisier l'introduction de toutes ses autres données.

h. Mémoire sur la combustion en général; après avoir avancé que les théories en physique n'étaient que des méthodes d'approximation, il y présenta, avec beaucoup d'ordre et de clarté, les phénomènes de tous les corps combustibles, les réduisit à quatre genres, insista sur l'acidification comme leur produit le plus constant, et sur la possibilité de les expliquer tous par la seule fixation de la base de l'air pur, sans avoir recours au phlogistique de Stahl, ou au dégagement de la lumière que Macquer venait d'y substituer, mais sans détruire toutes les objections et toutes les difficultés qu'entraînait nécessairement l'admission de ce principe hypothétique.

56. En 1778, Lavoisier publia des considérations générales sur la nature des acides et sur les principes dont il les croyait composés; il y nomma, pour la première fois, la base de l'air pur, principe acidifiant ou oxigine, prouva qu'il était contenu dans tous les acides, appliqua cette théorie à la formation du sucre, dont la découverte, due à Bergman deux ans auparavant, commençait à faire du bruit en France; annonça que ce nouveau principe des acides pourrait servir à l'analyse des matières végétales et animales; que le charbon paraissait être tout formé dans les végétaux, et que des applications sans nombre, re-

latives à l'action de l'oxigine dans la plupart des opérations et des phénomènes chimiques, devaient être faites successivement.

57. En 1780 il donna trois mémoires qui jetèrent un nouvel éclat sur la doctrine, à l'établissement de laquelle il travaillait avec une grande ardeur depuis trois ans; en s'occupant d'abord de quelques fluides qu'on pouvait obtenir dans l'état aériforme, à un degré de chaleur peu supérieur à la température moyenne de la terre, il prouva que notre atmosphère terrestre était formée des corps, qui, à la température et à la pression connues, pouvaient conserver l'état aériforme; que si le globe était rapproché du soleil, l'alcool, l'éther et l'eau elle-même feraient partie de atmosphère; qu'au contraire, s'il en était plus éloigné, l'eau et le mercure y seraient solides; que les trois états de solidité, de liquidité et de gazéité tenaient à la proportion diverse de feu uni aux corps, et que les fluides élastiques devant s'arranger entre eux suivant l'ordre de leur pesanteur, tout annonçait que la région supérieure de l'atmosphère était occupée par des gaz inflammables, foyer des météores lumineux et combustibles.

Dans la même année 1780, il apprit à convertir le phosphore en acide phosphorique par le moyen de l'acide du nitre, et prouva que cette conversion dépendait de l'attraction plus forte entre le phosphore et l'oxigine contenu dans l'acide du nitre qu'entre ce principe et le gaz nitreux.

C'est encore en 1780 qu'ont été publiées ses ingénieuses et utiles expériences sur la chaleur, faites en commun avec Laplace, inventeur de l'instrument propre à en mesurer la quantité, et nommé à cause de cela calorimètre. Ils y font voir que, quoique la quantité réelle de chaleur contenue dans chaque corps, ou la chaleur spécifique soit réellement un problème irrésolu, on peut cependant déterminer la quantité relative de ce principe inhérent aux corps dans des conditions égales et entre des limites comparables. Ils appliquent ingénieusement cette méthode calorimétrique aux quantités de chaleur dégagées dans la combustion du phosphore, du charbon, dans la formation

de l'acide du nitre par l'air pur et le gaz nitreux, dans la respiration; ils en tirent d'importans corollaires sur les inflammations, les détonations avec le nitre, la nature du sang qui absorbe du charbon par l'effet de la circulation, et dépose ainsi de la chaleur qui entretient une température constante dans les régions éloignées du poumon.

58. L'année 1781 fut une époque remarquable dans la série des travaux de Lavoisier, par le mémoire qu'il publia sur la formation de l'air fixe ou acide crayeux, dont il n'avait fait jusques-là que soupçonner la nature et la composition. Le rapprochement d'un grand nombre d'expériences exactes lui fit avancer, comme une chose bien prouvée, que cet acide était formé par 0, 28 de charbon, et 0, 72 d'air vital, ou plutôt de ce qu'il nommait déja depuis trois ans le principe oxigine. Aussi adopta-t-il dès-lors pour cet acide la dénomination d'acide charbonneux, d'acide du charbon; c'est ainsi qu'il expliqua définitivement la production ou le dégagement de l'air fixe dans la réduction des chaux métalliques à l'aide du charbon.

En 1782 il suivit avec ardeur, dans plusieurs mémoires, l'application de sa nouvelle doctrine à quelques phénomènes de chimie qu'il n'avait point encore traités, ou qu'il avait traités trop légèrement. Il donna le moyen d'augmenter singulièrement l'action du feu et de la chaleur par l'insufflation de l'air vital : il décrivit les effets de ce nouveau moyen sur un grand nombre de corps, sur-tout sur le platine, sur les cristaux gemmes. Il considéra la combinaison du gaz nitreux, avec différens airs respirables, sous le rapport de leur salubrité, et fit voir qu'on ne pouvait connaître par-là que la proportion de l'air vital à celle des fluides non respirables.

Il offrit à l'académie des considérations générales sur la dissolution des métaux dans les acides, sur l'état de ces métaux calcinés dans ces dissolutions, et sur le gaz provenant des acides pendant qu'elles ont lieu. Il les fit suivre promptement par des remarques sur la précipitation des métaux les uns par

les autres, où il fit voir que c'était par l'affinité de ces corps pour le principe oxigine qu'ils se séparaient ainsi des acides, celui qui y était dissous cédant ce principe à l'autre qui en prenait la place, tandis que le premier se déposait sous sa forme métallique. Il essaya même d'apprécier par ce procédé, en se servant des expériences de Bergman, la quantité d'oxigine contenue dans chaque métal uni à un acide en état de chaux.

La même année, il poussa beaucoup plus loin encore l'histoire des combinaisons de l'oxigine, en cherchant à déterminer l'ordre de ses affinités pour les différens corps auxquels il était susceptible de s'unir. Il le suivit dans vingt-cinq composés différens, qu'il plaça dans leur ordre d'attraction respective par rapport à ce principe, suivant la méthode adoptée pour la construction des tables d'affinités.

Il détailla dans un autre mémoire les diverses combinaisons de l'oxigine avec le fer, suivant ses proportions variées et les divers états de chaux de ce métal. Il insista sur les différences de propriétés produites par la diversité des proportions de ce principe.

59. Ce fut pendant les années 1783 et 1784 qu'il mit en quelque sorte le sceau à sa doctrine nouvelle; qu'il en étendit tout-à-coup les applications; qu'il en généralisa les principes, en faisant connaître au monde savant les faits relatifs à la décomposition et à la recomposition de l'eau. Cette brillante découverte, qui eut à vaincre tant de préjugés, tant d'obstacles, tant d'erreurs anciennes, avait été soupçonnée par le citoyen Laplace, et déja fort avancée par le citoyen Monge, lorsque Lavoisier la mit dans tout son jour par les expériences exactes qu'il publia, par les machines ingénieuses qu'il employa conjointement avec Meunier, mort glorieusement au service de la République en défendant Mayence, et par les grandes conséquences qu'il commença à en tirer; dès-lors il fit comprendre d'où provenait le gaz inflammable, obtenu pendant la dissolution de plusieurs métaux dans les acides, pendant la décomposition des matières végétales; il expliqua pourquoi et dans

quels cas l'eau brûlait les corps combustibles, ou augmentait leur combustion commencée ; comment elle opérait la calcination des métaux, comment il se décomposait ou il se formait de l'eau dans un grand nombre d'opérations de chimie.

60. La découverte de la nature de l'eau fut un nouveau champ d'autres découvertes successives que Lavoisier parcourut encore pendant quelques années, spécialement sur l'abondante quantité d'eau fournie par l'esprit-de-vin et des huiles en combustion ; sur la production d'acide carbonique opérée par l'eau, mise en contact avec le charbon rouge ; sur l'eau formée dans la combustion des charbons qui retiennent si souvent dans leur combinaison un des principes de ce liquide ; sur la décomposition de l'eau qui a lieu dans toutes les matières végétales, exposées à de hautes températures.

En même-temps qu'il poursuivait toutes ces heureuses applications de la dernière découverte capitale sur la nature de l'eau, depuis 1783 jusqu'à la fin de 1786, il crut devoir combattre de nouveau, et par des argumens d'une grande force, dans plusieurs mémoires publiés pendant cette même époque, soit les modifications apportées depuis quelques années à la doctrine de Stahl, en faisant voir qu'on admettait, contre l'opinion de ce célèbre chimiste, une foule de phlogistiques différens, soit la nouvelle théorie de Schéele et de Bergman, en prouvant que leur opinion sur la prétendue union du phlogistique avec l'air vital pour former la chaleur, admettait des suppositions sans nombre, et des hypothèses dénuées de tout fondement et de toute preuve.

61. Ainsi Lavoisier, par un travail non interrompu de quinze années, par des découvertes successives, par des recherches plus exactes et plus précises que tout ce qu'on avait fait jusques-là en chimie, et même par l'emploi de toutes les découvertes des autres chimistes et des physiciens de son temps sur les fluides élastiques, parcourut toutes les bases de la

science, en régénéra toutes les parties, et, après avoir traité de suite de la combustion en général, de la calcination des métaux, de l'analyse de l'air, de la nature de la formation et de la décomposition des acides, des dissolutions métalliques, de la composition de l'eau, de l'analyse des végétaux, de la fermentation, de la respiration, etc. objets qui embrassent toute la chimie, il établit ainsi le monument durable de la doctrine pneumatique, en faisant jouer à la base de l'air vital qu'il avait désignée par le nom d'oxigine, le rôle le plus important dans tous les phénomènes de la nature et de l'art.

SIXIÈME ÉPOQUE.

Consolidation de la doctrine pneumatique ; nomenclature méthodique.

62. On conçoit facilement qu'un aussi grand changement que celui qui a été opéré par Lavoisier, qu'un aussi étonnant renversement d'idées et de principes ne s'est pas établi dans le monde savant sans éprouver de grandes résistances, sans exciter de grandes objections. Presque tous les chimistes et les physiciens ont commencé par douter des bases de théorie proposées par leur contemporain ; tous, malgré ses expériences et ses nouveaux résultats, ont continué depuis 1777 jusqu'en 1787 d'adopter la doctrine du phlogistique, et d'en modifier seulement quelques parties à l'exemple de Macquer. Mais, après la découverte de la nature de l'eau, ceux d'entre eux qui avaient suivi avec attention la marche et les progrès de Lavoisier, commencèrent à s'accorder avec lui, et à penser que l'hypothèse du phlogistique, loin d'être désormais nécessaire pour expliquer les phénomènes chimiques, devenait plus nuisible et plus propre à embarrasser la théorie.

63. Un de ceux qui travaillait le plus parmi les chimistes français, et dont les expériences se rapprochaient le plus des résultats obtenus par Lavoisier, le cit. Berthollet, après

avoir découvert la véritable nature de l'acide marin prétendu déphlogistiqué de Schéele, de l'alcali volatil, de l'or fulminant, de l'argent fulminant, ainsi que l'influence du principe oxigine dans la décoloration des matières végétales, dans l'épaississement des huiles, etc. fut le premier qui renonça solemnellement au phlogistique en 1785, et qui adopta avec ardeur et loyauté la doctrine de Lavoisier, dont il se servit bientôt pour toutes les explications des phénomènes qu'il continuait d'observer et de décrire dans ses nombreuses recherches.

64. En même temps plusieurs géomètres et physiciens illustres de l'académie des sciences de Paris, Condorcet, Laplace, Cousin, Monge, Coulomb, Dionis, qui suivaient avec zèle les conférences savantes tenues chez Lavoisier, étaient témoins de ses expériences et encourageaient ses efforts, se décidèrent en faveur de sa doctrine, et trouvèrent sa méthode de raisonnement bien supérieure à celle qui avait été adoptée jusque-là en chimie; ensorte que cette doctrine devint bientôt celle d'une grande partie des membres de l'académie, qui la propagèrent et l'illustrèrent en la défendant dans toutes les occasions, contre ceux qui l'attaquaient et la combattaient même avec une espèce d'acharnement.

65. Ce fut alors vers la fin de 1786 que le cit. Guyton-Morveau, venu à Paris pour être lui-même témoin des dernières expériences de Lavoisier et de Berthollet, fut convaincu de la vérité de leur doctrine par l'exactitude et la pureté de leurs résultats expérimentaux. Au milieu de ce grand mouvement auquel je n'avais été moi-même rien moins qu'indifférent depuis plus de dix ans, quoique jusque-là je me fusse contenté, dans les deux premières éditions de mes Élémens de chimie, d'être le simple historien des deux théories qui partageaient alors tous les chimistes de l'Europe, je suivis l'exemple des cit. Berthollet et Guyton; je renonçai entièrement à l'hypothèse du phlogistique; j'adoptai dans tout son ensemble la doctrine pneumatique de Lavoisier; je l'enseignai seule dans mes cours; je l'insérai dans mon

ouvrage et dans mes dissertations, et alors se forma l'école française que les étrangers nomment antiphlogistique, et dont les plus illustres physiciens de l'Europe adoptèrent bientôt, ou toutes les données, ou au moins toutes les principales bases.

66. Rapprochés par nos goûts, nos opinions et nos études, Lavoisier, Guyton, Berthollet et moi, nous sentîmes que la révolution opérée dans la chimie exigeait de nous, pour être présentée dans son ensemble et avec la clarté de principes qu'elle avait acquise, un changement dans sa nomenclature; en effet, les mots anciens, imaginés par des hommes cachés, mystérieux, crédules, enthousiastes, ou dans des siècles d'ignorance et de barbarie, ou dans des vues toutes contraires à celles d'une science méthodique, sans nul rapport, nulle cohérence entre eux, souvent puisés dans des préjugés, des erreurs, ou des opinions plus ou moins ridicules, composaient un langage inintelligible, qui n'offrait à l'esprit et à l'imagination aucun rapport avec les choses ou avec les faits qu'il devait représenter. Nous sentîmes qu'il était nécessaire de créer une nomenclature toute entière, de la fonder sur les vérités nouvellement découvertes, d'en écarter tout arbitraire, toute hypothèse, tout objet étranger aux connoissances chimiques. Nous donnâmes à l'oxigine de Lavoisier le nom d'oxigène pour le rapprocher du génie de la langue française; au principe inflammable de l'eau et de tous les composés combustibles végétaux, le nom d'hidrogène; à la base du fluide non respirable de l'atmosphère, le nom d'azote : ce sont les trois seuls mots vraiment nouveaux introduits dans la science.

67. Les acides eurent tous une terminaison semblable dans leur état analogue; les corps unis à l'oxigène sans devenir acides, prirent la dénomination générale d'oxides. Les combinaisons des combustibles simples avec les bases terreuses alcalines et métalliques reçurent aussi une terminaison identique. Nous nous servîmes avec un grand avantage de la simple

variation dans les terminaisons des mots pour désigner de combinaisons analogues par leur nature. Nos mots devinrent tous susceptibles de prendre, suivant le besoin, le caractère de substantifs, d'adjectifs ou de verbes. Les substances d'une nature semblable furent désignées par des mots du même genre; tous les alcalis et les corps terreux eurent des noms féminins, tous les métaux des noms masculins; ainsi nous eûmes le platine, le manganèse, comme le plomb, le fer, le cuivre, le zinc, etc. Suivant ce mode de dénomination systématique, la classe si nombreuse des sels devient bien plus facile à disposer régulièrement, à classer méthodiquement, et à reconnaître jusqu'aux espèces; ensorte que loin de menacer de ne plus pouvoir être embrassés par la mémoire et comparés les uns aux autres, comme les noms d'hommes ou de propriétés qu'on leur avait donnés semblaient le faire craindre, on reconnut bientôt que ce nouveau langage facilitait singulièrement leur étude et leur classification. Telle fut la marche que nous suivîmes dans ce travail, et telle est la raison du titre mérité qu'elle reçut de système de nomenclature méthodique.

68. Un avantage inappréciable sortit en même temps tout-à-coup de ce travail devenu si nécessaire et si pressant. Forcés de présenter dans un seul tableau l'image d'un grand nombre de corps que la chimie commençait à connaître, les productions de la nature et de l'art furent alors classées suivant une méthode toute différente de celle qui avoit été adoptée jusque-là. Toutes les bases de la science furent exposées dans ce tableau, et les élèves profitèrent tellement de cette nouvelle classification des objets fidèlement représentés et comme peints tout à-la-fois à leurs yeux et à leur intelligence par la nomenclature, que l'étude de la science devint aussi aisée et aussi simple, qu'elle avait été auparavant compliquée et difficultueuse.

69. La doctrine pneumatique ainsi adoptée et proposée au

monde savant par la réunion des chimistes français cités, fit bientôt la plus grande sensation, et jeta le plus vif éclat chez toutes les nations où la chimie était cultivée. L'ouvrage de la nomenclature où les bases en étaient tracées, fut promptement traduit dans toutes les langues. Pour rendre, sinon les expressions, au moins les idées françaises, on prit dans chacun des idiômes, les tournures et les arrangemens particuliers exigés par le génie de chaque langue; et si la doctrine pneumatique trouva pendant quelques années encore, après 1787 date de sa consolidation, quelques antagonistes et quelques opposans en Angleterre et en Allemagne, elle y obtint aussi de chauds partisans, d'habiles et de zélés défenseurs; ensorte qu'elle devint bientôt généralement répandue dans toute l'Europe.

70. En Angleterre, les célèbres Cawendish, Kirwan, Nicholson, Pearson, Tennant, etc. A Edimbourg, l'illustre Black, le chef et le Nestor de cette grande révolution chimique; en Italie, Dandolo, Volta, Venturi, Spallanzani, etc.; en Allemagne, Girtanner, Klaproth, Humboldt, Hermstadt, Scherer, Schmeisser, etc.; en Hollande, Deyman, Vantroostwyck, Lauwerenburg, etc.; en Espagne, Proust, Chabanon, Arezula, par-tout, en un mot, où l'on cultive notre belle science, les écoles ou n'ont plus d'autre théorie que la doctrine pneumatique, ou en ont adopté les principales bases: et si quelques professeurs habiles, Gren, Richter, Goëtling, etc., y ont allié encore une petite portion de la théorie ancienne du phlogistique, celle-ci ne jette plus qu'une lueur pâle, faible et mourante, à côté de la vive lumière dont brille pour tous les bons esprits la doctrine pneumatique. Je ne parle point ici des heureuses applications qu'on en fait sans cesse à toute les sciences et à tous les arts; les différentes branches de la chimie, que j'ai distinguées dans l'article précédent, font assez comprendre tout ce qu'on lui doit, et tout ce qu'on peut en espérer encore.

ARTICLE IV.

De la nature chimique des corps et des principes que les chimistes ont admis dans leur composition.

1. Les chimistes ayant long-temps eu pour but unique de leurs recherches de décomposer les corps, d'en rechercher les élémens ou les parties constituantes, il était très-naturel qu'ils se formassent des idées ou des systêmes particuliers sur les principes qui les composaient. Il a fallu beaucoup d'expériences et sur-tout une manière de raisonner et de philosopher bien exacte et bien sevère, avant d'acquérir sur cet objet les notions positives que l'on a depuis une vingtaine d'années seulement.

2. Ainsi les premiers chimistes, non contens des opinions des anciens philosophes sur les élémens des corps et spécialement de celle d'Aristote sur les quatre élémens, voulant d'ailleurs créer une école particulière et des systêmes en quelque sorte appropriés au genre de leurs travaux et de leurs expériences, admirent-ils du temps de Paracelse cinq principes : ils nommèrent esprit ou mercure, tout ce qui était volatil et odorant; soufre ou huile, tout ce qui était inflammable; phlegme ou eau, tout ce qui était liquide et insipide; terre, tout ce qui était sec, insipide, fixe et indissoluble; sel, tout ce qui était sapide et dissoluble. Une pareille distinction ne pouvait pas durer long-temps, puisque d'un côté on oubliait le feu et l'air, et que de l'autre on donnait le nom de principes à des matières composées, tels que les esprits et les sels.

3. Beccher, plus philosophe, ayant senti le vague et l'indéterminé des principes de Paracelse, généralisa et simplifia davantage ses idées sur les principes chimiques; il n'en admit que deux, la terre et l'eau; la première pour tout ce qui était sec, la seconde pour tout ce qui était humide. Il distingua

trois principes terreux : la terre vitrifiable, celle du sable, des cailloux et du cristal de roche ; c'était pour lui le principe de la sécheresse, de la fixité, de l'infusibilité et de la dureté : la terre inflammable, source de la combustibilité ; c'est ce que Stahl a nommé phlogistique et qu'il regardait comme le feu fixé ; la terre mercurielle, principe de la volatilité et de la pesanteur tout à-la-fois, qu'il admettait dans le mercure, les métaux en général et quelques autres corps ; produit hypothétique de son imagination dont Stahl n'a jamais pu parvenir à prouver l'existence, quoiqu'il ait fort ingénieusement rendu vraisemblable celle de la terre inflammable.

4. Après Beccher, et depuis Stahl, sur-tout d'après les travaux de Boyle et de Hales sur l'air, on est revenu à admettre les quatre élémens d'Aristote pour la composition de tous les corps, qu'on a cru dès-lors formés comme d'autant de principes, du feu, de l'air, de l'eau et de la terre. Cependant quelques chimistes, en conservant à ces quatre êtres le nom d'élémens avant l'époque de la révolution chimique qui a prouvé que trois d'entre eux n'avaient pas les propriétés de véritables élémens, en distinguaient soigneusement les principes qu'ils regardaient comme encore plus simples que les élémens, et qu'ils disaient en être les parties constituantes. Cette opinion qui se rapprochait de celle des philosophes anciens sur les monades et les atomes, était d'autant plus hypothétique d'une part et mal fondée de l'autre, que tandis qu'ils admettaient ainsi des élémens d'élémens, que leurs moyens expérimentaux étaient bien éloignés de montrer ou même de faire soupçonner, ils qualifiaient en même temps du nom de principes, les matières, très-compliquées cependant, qu'ils retiraient immédiatement des végétaux.

5. Il est vrai que dans cette manière de distinguer les principes et pour mettre une sorte de méthode ou de clarté apparente dans leurs distinctions, les mêmes chimistes avaient reconnu des principes primitifs et des principes secondaires, des

principes prochains et des principes éloignés, des principes principiés et des principes principians; toutes expressions surannées depuis la révolution chimique, mais qu'il faut cependant concevoir pour entendre les livres des chimistes et pour savoir comment on est venu peu à peu à connaître l'inutilité et le danger même de pareilles distinctions.

Les principes primitifs étaient ceux qu'on ne pouvoit pas décomposer et qui composaient primitivement les corps; les secondaires étaient eux-mêmes composés des primitifs, quoiqu'ils provinssent de la décomposition des matières plus composées qu'eux. On voit par là que l'on confondait sous le même nom des corps simples et des corps composés.

La même erreur existait dans les deux autres distinctions de principes, qui n'étaient au fait que des synonymies de ces deux premières dénominations. Les principes prochains étaient ceux qu'on obtenait d'une première ou d'une prochaine décomposition. Les principes éloignés qui formaient les principes prochains par leur union entre eux, n'étaient obtenus que par la décomposition des principes prochains; ceux-ci étaient encore nommés principiés, et ceux-là les principes principians. Il est évident que toutes les idées étaient confondues et bouleversées par de pareilles distinctions.

6. Macquer n'a pas été plus heureux dans sa détermination, ou plutôt dans ses propositions sur cet objet; car, ne s'occupant que d'améliorer les mots sans rectifier les idées qu'ils représentaient, et confondant toujours des objets réellement distincts ou même disparates, il voulait qu'on nommât les principes suivant leur ordre de composition et d'extraction des composés qui les fournissaient, principes du premier ordre, du second ordre, du troisième ordre. Mais c'était toujours attribuer la dénomination erronée de principes à des composés plus ou moins multiples, et propager une erreur, puisque, si l'on voulait absolument reconnaître des principes, on aurait dû n'en admettre que d'un ordre, attendu qu'une fois unis entre eux, ils n'ap-

partenaient réellement plus à des principes, mais à de véritables composés.

7. Aujourd'hui, l'on renonce à toutes ces distinctions abusives, arbitraires et erronées. On convient que s'il faut entendre par principes les premières molécules constituantes de tous les corps, ils sont parfaitement, entièrement inconnus; qu'ils ne peuvent tomber sous nos sens; qu'on ne s'occupe que d'hypothèses et de choses vagues, en voulant déterminer leur nature, leur nombre, leurs différences; et qu'en bonne physique, il faut abandonner toutes les idées abstraites qu'on a répandues à différentes époques dans les écoles sur ce sujet.

8. On sait de plus que si l'on entend par élémens (dénomination un peu plus précisée que celle de principes, quoiqu'elle ait tantôt été confondue avec ceux-ci, tantôt été distinguée d'avec eux), des corps simples ou indécomposés qui se retrouvent dans la décomposition de tous les autres, il est beaucoup plus d'élémens, ou de matières qui jouissent de ces deux caractères réunis, que les prétendus élémens admis jusqu'à l'époque de la révolution chimique; et que parmi ces quatre corps réputés si long-temps des élémens, il en est trois au moins qui, loin d'être des matières indécomposées, présentent une décomposition plus ou moins facile, ou des variétés plus ou moins nombreuses. Ainsi tout exige en ce moment qu'on renonce aux anciennes idées qu'on avait sur les principes comme sur les élémens, et qu'on ne se serve de ces deux dénominations que comparativement, et sans y attacher la valeur exacte et déterminée ou limitée qu'on leur avait donnée autrefois.

9. Comme on n'a eu long-temps que des notions vagues, obscures ou incertaines sur les principes et les élémens des corps, on n'en avait également adopté que d'inexactes sur les différentes classes de corps composés, ou sur les différences de compositions comparées entre elles. Le seul énoncé des mots qu'on avait imaginés pour les exprimer fera juger cette ancienne distinction. On nommait mixtes les composés formés de l'union

de deux ou de plusieurs élémens entre eux ; et, comme on a long-temps regardé tous les corps comme résultant de la combinaison immédiate des quatre élémens, le mot mixte, si souvent employé en chimie, était presque synonyme de celui de corps, ensorte qu'il désignait lui seul presque tous les ordres de composés ensemble. Lorsque l'on voulut mettre plus d'exactitude dans ces dénominations, on restreignit le nom de mixtes aux unions de deux élémens : on appela composés les combinaisons de deux mixtes ; surcomposés, les unions de deux composés; décomposés, celles de deux surcomposés; et surdécomposés celles de deux décomposés. Outre que ces dénominations n'étaient propres qu'à embarrasser et à surcharger le langage, elles n'étaient que des distinctions futiles et imaginaires, puisqu'on ne pouvoit donner d'autres exemples que ceux des composés ou de quelques surcomposés : aussi, quoique consignées dans les élémens de la science, ces expressions n'étaient plus employées dans aucun de ses développemens.

10. Macquer, pour faire disparaître ces dénominations barbares et fatigantes, proposa les mots plus clairs de composés du premier ordre, du second, du troisième, du quatrième. Dans l'état actuel de la science, on a rarement recours à ces mots; et on se sert plus souvent de ceux de composés binaires pour exprimer l'union de deux corps simples ; ternaires, pour celle de trois ; quaternaires, pour celle de quatre corps simples ; et l'on est convenu d'appliquer seulement l'expression de corps simples à ceux qui, ne pouvant pas être décomposés par les moyens chimiques, se retrouvent comme formant, par leur union plus ou moins nombreuse, tous les composés naturels.

ARTICLE V.

De la séparation des principes des corps, ou de l'analyse chimique.

1. Lorsqu'on eut reconnu que beaucoup de corps naturels étaient composés de principes différens ou d'autres corps plus simples qu'eux, on s'occupa successivement des moyens d'en séparer les principes les uns des autres; et l'on donna à l'art d'opérer cette séparation le nom d'analyse; expression qui, depuis l'adoption qu'en firent les chimistes, a été reçue dans tous les genres de connoissances humaines pour désigner également des séparations, des décompositions, même dans l'ordre de nos sensations et de nos idées.

2. Les observations peu à peu accumulées sur l'art d'analyser les composés, ou d'en retirer les principes, ont forcé de reconnaître et de distinguer plusieurs espèces différentes d'analyse, soit par la manière même dont on les opère, soit par les résultats qu'on en obtient, soit par la nature des corps auxquels on l'applique. Pour bien entendre ces distinctions, il faut remarquer que ce qu'on sépare par une analyse, quelle qu'elle soit, se nomme en général produits, parce que ce ne sont pas toujours des principes.

3. Sous le premier point de vue, on pourrait distinguer un nombre considérable d'analyses, et le porter aussi loin qu'il y a de corps différens ou de procédés divers qui servent à analyser les composés. Cependant on peut, en généralisant ce premier mode de distinction, admettre quatre espèces d'analyses, l'analyse mécanique, l'analyse spontanée ou naturelle, l'analyse par le feu, l'analyse par les réactifs.

4. J'appelle analyse mécanique, celle qui fait obtenir, par des moyens mécaniques, tels que le broiement, le lavage, la pression, les matières moins composées contenues et mêlées dans des corps plus composés; comme l'on sépare les gommes,

les sucs, les huiles, les farines des végétaux. Ce n'est qu'une sorte de dissection, un commencement d'analyse, plutôt qu'une véritable analyse chimique; mais comme ce genre de séparation est indispensable, et doit précéder toute autre séparation dans les corps auxquels il peut s'appliquer, il faut le distinguer soigneusement de tous les autres.

5. L'analyse spontanée ou naturelle est celle qui s'opère par les seuls efforts de la nature, et dont le chimiste profite souvent pour connaître la composition des corps. Ainsi les minéraux ou fossiles s'altèrent spontanément, et se séparent mutuellement dans l'intérieur ou à la surface de la terre; ainsi les matières végétales ou animales se décomposent lentement, lorsqu'elles sont privées du mouvement vital; ainsi les principes composant de la plupart des liquides très-composés, abandonnés à eux-mêmes, réagissent les uns sur les autres, et en se séparant spontanément, donnent à l'observateur de très-grandes lumières sur la composition de ces corps.

6. L'analyse par le feu est celle qui s'exécute par l'accumulation du calorique dans les corps, et par la puissance qu'il a, en écartant les molécules diverses, d'en favoriser la séparation réciproque. On en a fait un si grand usage autrefois, qu'on a cru long-temps que c'était le seul moyen qui fût en la puissance du chimiste: cependant cette espèce d'analyse a fait naître de grandes erreurs; et ce n'est que depuis la révolution de la science et la naissance de la doctrine pneumatique, qu'on a su apprécier exactement l'effet de cet agent sur un grand nombre de corps. On ne regarde plus aujourd'hui ce genre d'analyse que comme un des moyens qui doit concourir avec beaucoup d'autres pour éclairer sur la véritable composition des corps. On sait sur-tout, comme on le verra dans les sections suivantes de cet ouvrage, que les diverses quantités de calorique qu'on accumule dans les corps influent si diversement sur leur ordre de décomposition, qu'on pourrait aller jusqu'à reconnaître un genre d'analyse par le froid.

7. L'analyse par les réactifs est celle que l'on obtient en mettant le composé que l'on veut analyser en contact avec une suite plus ou moins nombreuse d'autres corps, qui réagissent sur lui de manière à favoriser la séparation de ses principes. Celle-ci n'a d'autres bornes que celles du génie et des lumières du chimiste ; il peut y employer tous les corps de la nature et tous les produits de son art : tout, entre ses mains, devient un réactif, pourvu qu'il connaisse bien et qu'il ait déterminé d'avance le mode d'action que les corps dont il se sert peuvent produire sur celui qu'il veut analyser. On pourrait dire, en comparant le précédent genre d'analyse par le feu à celle-ci, qu'elles rentrent l'une dans l'autre, puisque le feu est un véritable réactif : mais il est nécessaire de les distinguer l'une de l'autre, à cause de l'usage différent que les chimistes en font dans des cas particuliers, et de la confiance diverse qu'ils accordent à l'une ou à l'autre.

8. En considérant la différence des analyses par rapport à leurs résultats, il faut distinguer l'analyse immédiate ou prochaine, et l'analyse médiate ou éloignée, l'analyse simple ou vraie, l'analyse compliquée ou fausse. Ces quatre genres d'analyses doivent être reconnues avec précision, parce qu'elles se présentent fréquemment en chimie, et parce qu'elles fournissent des résultats très-différens les uns des autres pour la connaissance de la composition des corps.

9. J'appelle analyse immédiate la première séparation qu'on opère des matières formant les composés les plus compliqués : telle est celle qu'on emploie pour les végétaux, sur-tout en les traitant d'abord mécaniquement. Pour la bien concevoir, il faut comprendre que les corps auxquels elle s'applique sont formés du mélange de plusieurs composés qu'on doit séparer les uns des autres avant de les analyser séparément. C'est ainsi qu'on extrait d'abord du suc d'une plante la fécule, le mucilage, le sucre, le sel propre qui y sont contenus, et qui sont eux-mêmes des corps composés, dont la nature particulière ne peut être connue que par une nouvelle analyse. C'est en les

traitant prochainement ou immédiatement par les premiers moyens chimiques, qu'on obtient ces premiers matériaux de leur composition : de là le nom que je donne à cette espèce d'analyse. On voit qu'elle doit précéder toutes les autres. Elle diffère de l'analyse mécanique, parce qu'elle la suit presque toujours, et parce qu'on y emploie souvent d'autres moyens que ceux qui servent à celle-là.

10. Je nomme, par opposition à la précédente, analyse médiate ou éloignée, celle qui, succédant à l'analyse prochaine, examine la nature des premiers composés qu'on a obtenus par cette dernière pour en connaître la composition intime : ce n'est que par rapport à l'analyse immédiate ou prochaine qu'elle mérite les noms que je lui ai donnés ; elle ne doit être distinguée d'elle que par opposition, et pour concevoir une idée bien nette des différens genres de décomposition qu'on peut opérer sur les corps; elle peut rentrer dans les différentes espèces de celles que nous avons considérées par rapport à leurs moyens, parce que c'est, en effet, par différens moyens qu'on peut faire ce genre d'analyse éloignée.

11. Le troisième genre d'analyse, sous le rapport des résultats qu'elles fournissent, est désignée par le nom d'analyse simple ou vraie, parce qu'elle donne des produits non altérés, tels qu'ils existaient dans le composé d'où ils proviennent. Le caractère auquel on reconnaît ce genre d'analyse, c'est que les produits qu'elle donne étant réunis, reforment le composé tel qu'il était, soit pour sa nature, soit pour sa quantité, avant sa décomposition. On voit que c'est en raison de ce caractère qu'elle est appelée vraie ou simple : vraie, parce qu'elle donne des résultats sans erreurs ; simple, parce que les effets qui l'accompagnent ou qu'elle fait naître ne se compliquent point entre eux. Ce genre d'analyse est le plus utile, et souvent encore le plus rare ; il exige, et beaucoup d'exactitude, et beaucoup de travail : aussi est-il celui auquel on ne parvient qu'en dernier lieu, et après avoir souvent tenté tous les autres.

12. Le quatrième genre d'analyse, considéré par rapport aux résultats, est opposé au précédent : aussi je la nomme analyse fausse ou compliquée, parce qu'elle forme des produits altérés et différens de ce qu'ils étaient dans le composé dont leurs élémens faisaient partie. Il paraît difficile, au premier coup-d'œil, de concevoir comment on obtient d'un composé des produits qui n'y étaient réellement pas contenus tels qu'ils en sortent : mais cette difficulté n'est qu'apparente, et cesse lorsqu'on en explique la cause. Elle est due à ce que les composés très-compliqués auxquels ce genre d'analyse s'applique, contenant un grand nombre de principes unis et tout-à-la-fois ensemble, permettent, à chacun d'eux, lorsqu'on les désunit, de se combiner dans un nombre et un ordre différens de ceux dans lesquels ils étaient primitivement unis : c'est-à-dire, qu'au lieu d'un composé quaternaire qu'on avoit d'abord, et dans lequel les quatre principes qui le composaient étaient unis tous quatre ensemble, on forme, par le genre d'analyse dont je parle, deux nouveaux composés binaires tous différens de la première composition; en sorte qu'en les réunissant, on ne peut plus faire reparaître l'ancien composé. C'est ce qui arrive, par exemple, dans l'analyse au feu appliquée aux matières végétales et animales.

13. L'analyse fausse ou compliquée dont on connaît bien la dénomination d'après ce qui vient d'être dit, est malheureusement la plus fréquente de celles que les chimistes sont obligés d'employer : mais en faisant succéder sur chacun des produits qu'elle fournit de nouveaux modes d'analyse, ils parviennent enfin à l'analyse vraie ou simple, terme de leurs travaux et but de leurs desirs. On voit, d'après cela, que ce n'est qu'en appliquant successivement les genres d'analyse différens, soit par leurs moyens, soit par leurs résultats, qu'on peut parvenir à connaître exactement, et l'ordre de composition des corps, et la nature comme la quantité de leurs principes.

14. Enfin en considérant l'analyse chimique sous le troisième rapport des corps auxquels elle peut s'appliquer, on distingue spécialement l'analyse minérale, lorsqu'elle a pour objet la connaissance des fossiles, l'analyse végétale et l'analyse animale, qui s'occupent des matières de ces deux classes. Mais on voit qu'on pourrait multiplier bien davantage les espèces de ce genre, si l'on voulait, comme on le fait souvent dans les ouvrages, les laboratoires, les cabinets, etc., distinguer l'analyse des terres utiles à l'agriculture et à une foule d'arts, l'analyse des pierres si avantageuse à l'architecte, au sculpteur, au graveur, au joaillier, etc.; l'analyse des sels, l'analyse des mines, l'analyse des eaux, etc. Comme chacune de ces dénominations porte avec elle sa définition exacte, et qu'elles peuvent d'ailleurs être aussi variées que les besoins des sciences et des arts l'exigent, il est inutile d'insister plus long-temps sur cet objet.

15. Si les distinctions des divers genres d'analyses sont nécessaires à celui qui veut connaître les ressources de la chimie et ses avantages, s'il est indispensable de les établir avec précision au commencement de l'étude de la science, elles ont encore une autre utilité, lorsqu'on en applique les notions exactes à la nature comparée des différentes productions soumises jusqu'ici à ces différens genres d'analyses; elles apprennent que, considérés sous le rapport des analyses qu'on peut en faire, les corps peuvent être distingués en trois grandes classes chimiques. La première de corps indécomposés: elle comprend ceux sur lesquels aucune analyse n'a d'action, et dont on ne peut séparer aucun principe distinct; de sorte que les chimistes les considèrent comme s'ils étaient simples, et les désignent quelquefois par cette expression. La seconde de corps décomposables sans altération: elle renferme tous ceux auxquels l'analyse simple ou vraie s'applique, et qui fournissent des produits tels qu'ils étaient dans les composés dont ils faisaient partie; le nombre des corps qui en sont susceptibles n'est pas très-considérable.

La troisième de corps décomposables avec altération : elle embrasse la nombreuse série des composés qui, lorsqu'on les soumet à l'analyse, donnent des produits composés eux-mêmes, mais autrement qu'ils n'étaient dans la première composition.

ARTICLE VI.

De la combinaison chimique des corps entre eux ou de la synthèse.

1. Les différens moyens d'analyse que les chimistes ont employés pour parvenir à la connaissance des composés naturels, ont obtenu tant de confiance, et rendu tant de services, que souvent on a désigné la chimie par les mots science de l'analyse. Cependant lorsqu'on a comparé avec soin les résultats de ces analyses, on a bientôt reconnu que, dans beaucoup de cas qui semblaient leur appartenir, tout en séparant, ou en désunissant les principes des composés, on ne faisait réellement autre chose que d'unir autrement, soit pour le nombre, soit pour la proportion, les principes qui entraient dans leur composition.

2. On observa, d'un autre côté, qu'en mettant beaucoup de corps en contact les uns avec les autres, deux à deux ou trois à trois, ils se confondaient souvent ensemble, ils ne faisaient qu'un tout commun ; c'est ce tout nouveau formé par l'union de plusieurs corps entre eux, union opérée par l'art, qu'on a désigné par le nom de combinaison et de composition.

3. Cette union d'où résulte un composé, est devenue un grand moyen par lequel on est parvenu à connaître les propriétés des corps, et à former une foule de produits utiles à nos besoins et à nos arts. Voilà pourquoi les chimistes, en opposant ce mode d'opérer à l'analyse dont il est en effet en quelque sorte l'inverse, en le considérant comme un des

extrêmes de leur art, et comme un des grands moyens de leurs opérations, l'ont soigneusement distingué par le nom de synthèse.

4. Sous ce dernier point de vue le mot synthèse, quoique souvent confondu avec les termes composition ou combinaison, n'en est réellement pas le synonyme, et désigne autre chose. En effet, on peut prendre le mot composition, ou celui de combinaison, pour le produit de ce mode de combiner ou de composer des chimistes, et réserver alors l'expression synthèse pour l'opération en elle-même, pour la puissance en quelque sorte dont se sert l'opérateur, lorsqu'il a pour but dans ses expériences d'unir ensemble des matières qu'il sait en être susceptibles. Cependant il faut être prévenu que les mots composition, combinaison et synthèse, sont très-souvent pris les uns pour les autres dans les ouvrages et dans les entretiens de chimie.

5. La synthèse, considérée comme second moyen chimique général pour connaître l'action intime et réciproque des corps de la nature, est plus fréquente encore que l'analyse; et la science, si l'on avait égard à l'emploi de ses deux moyens dans sa définition, mériterait plus le nom de science de la synthèse, que celui de science de l'analyse; puisque dans tous les cas d'analyses compliquées on n'opère véritablement que des synthèses, ou l'on ne fait que des composés d'un ordre inférieur à la vérité, mais aussi d'un nombre supérieur à celui des premiers composés qu'on a soumis à ce genre d'analyse.

6. La synthèse mériterait encore d'autant mieux d'entrer dans la définition de la science, et d'être préférée à cet égard à l'analyse, que beaucoup de corps naturels n'étant point susceptibles d'être décomposés, et n'obéissant, comme s'ils étaient simples, qu'à la force d'union ou à la synthèse, il n'y a d'autre manière de connaître ceux-ci chimiquement, que de les combiner avec d'autres, et d'examiner les espèces de composés qu'ils forment par cette combinaison.

7. On voit, par ce qui précède, que si le nom de composition est souvent employé au lieu de celui de synthèse, le mot décomposition peut aussi être substitué à celui d'analyse. C'est aussi ce qu'on trouve souvent dans les traités de chimie.

8. Quelque variées que soient les opérations que l'on fait en chimie, quelque nombreux et différens les uns des autres que soient les résultats qu'on en obtient, ils peuvent tous être rapportés à l'analyse ou à la synthèse, être regardés comme des compositions ou des décompositions; et c'est à ces deux moyens généraux qu'on doit borner tout ce qu'elle peut faire; le plus souvent même ils se trouvent combinés l'un à l'autre. Telle est l'idée exacte qu'il faut prendre de l'analyse fausse ou compliquée, dont la naissance, les produits étrangers en quelque sorte aux premiers composés qui les fournissent, ne sont véritablement dus qu'à une série de combinaisons ou de synthèses qui s'opèrent en même-temps que la décomposition a lieu.

ARTICLE VII.

De l'attraction d'agrégation.

1. Tout ce qu'on fait en chimie est fondé sur la force d'attraction que la nature a placée entre les molécules de tous les corps. Cette force qui retient les corps planétaires à des distances déterminées, retient aussi les molécules des corps les unes près des autres. Quand on la considère entre des molécules similaires, ou de nature semblable, elle porte le nom d'attraction d'agrégation.

2. Ce n'est pas de cette force d'agrégation que les chimistes se servent pour opérer des analyses ou des synthèses; elle s'oppose même aux effets qu'ils veulent produire; et comme ils sont obligés, en raison de cette opposition même, de la détruire ou de la diminuer, il est essentiel qu'ils la connaissent avec soin, et qu'ils sachent en estimer la puissance, pour savoir la vaincre au besoin.

3. Dans les premiers temps où les chimistes s'apperçurent que la force dont il est ici question s'opposait à leurs opérations, habitués à expliquer les effets qu'ils observaient par de certains rapports, de certaines analogies qu'ils supposaient entre les corps, ils nommèrent cette force affinité d'agrégation.

4. L'affinité d'agrégation des chimistes n'est autre chose que l'attraction qui existe entre les molécules de nature semblable, adhérentes les unes aux autres. Son effet est assez bien exprimé par les mots adhésion ou cohésion, quoique ces mots pourraient être eux-mêmes distingués, et n'être pas regardés comme de véritables synonymes.

5. Deux solides mouillés et mis en contact l'un avec l'autre adhèrent ou s'attirent avec une force qui varie suivant la nature particulière de chacun d'eux. Ainsi un métal tient plus à un autre métal qu'à un liquide non métallique, etc. Il ne faut pas confondre ce phénomène avec celui des petits corps flottans, ou des aiguilles placées sur l'eau, qui s'attirent dans le cas où les deux corps sont ou inégalement mouillés ou également non mouillables, et qui se repoussent constamment lorsque l'un des deux peut être mouillé, tandis que l'autre n'en est pas susceptible. Ce dernier effet, qui est la cause de l'ascension de l'eau dans les tubes capillaires, tient au genre de surface concave ou convexe que l'eau forme dans l'une ou l'autre circonstance, et rentre dans l'histoire des plans inclinés, quoiqu'on l'ait rapporté à l'attraction d'adhérence.

6. Comme il est constant que les corps s'attirent à distance, et comme une foule d'expériences prouvent en même-temps en physique que tous les corps sont creusés de petites cavités, ou de pores plus ou moins nombreux, on doit considérer l'attraction d'agrégation qui rapproche les molécules des corps, comme ne les tenant qu'à une certaine distance les unes des autres, de manière qu'elles ne se touchent réellement point, et qu'elles laissent entre elles des intervalles plus ou moins grands.

7. D'après l'existence de cette attraction entre les molécules similaires, on appelle les corps qui en jouissent des agrégés ou des agrégats, par opposition aux mots tas, amas ou mélanges, qui représentent des corps dont les molécules séparées les unes des autres n'offrent point d'agrégation. Un morceau de soufre est un *agrégé*; du soufre en poudre n'est qu'un *tas*.

8. Comme toutes les molécules liées ou rapprochées par la force d'agrégation dans un agrégé, sont de la même nature chimique, on les a désignées par le nom de molécules intégrantes, pour les distinguer des molécules constituantes qui appartiennent à celles des principes dont est formé un composé, et qu'on sépare dans l'analyse. Ainsi chaque molécule intégrante d'un composé binaire est formée au moins de deux autres molécules, l'une d'un principe, et l'autre d'un autre principe. Cette distinction est essentielle pour tous les composés connus; elle ne l'est pas tant pour les corps indécomposés dans lesquels, en les considérant comme simples, on peut regarder les molécules intégrantes comme étant de même nature que les molécules constituantes.

9. En comparant les corps par rapport à la différence de leur agrégation, on les a distingués en quatre genres d'agrégés, l'agrégé solide, l'agrégé mou, l'agrégé liquide et l'agrégé gazeux. Ces quatre genres d'agrégations ne sont que divers degrés de la même force à son maximum dans le solide le plus dense, et à son minimum dans le gaz le plus rare et le plus léger. Cette opinion est fondée sur ce qu'on peut, à l'aide de l'accumulation du calorique dans un corps, le faire successivement passer de l'état d'agrégé solide à ceux d'agrégé mou, d'agrégé liquide et d'agrégé fluide élastique. On peut de même, en enlevant le calorique accumulé, faire reparaître l'agrégation dans toute sa force, et repasser un gaz à l'état liquide, et un liquide à l'état solide.

10. Chaque genre de ces agrégations comprend un grand nombre d'espèces ou de degrés différens de solidité, de mollesse,

de liquidité et de gazéité qui, dans chacun de ces états, peuvent être quelquefois plus éloignés entre eux que les genres même ne le sont l'un de l'autre, malgré la différence apparente de ceux-ci. Aussi parmi les solides distingue-t-on, outre leur forme irrégulière, régulière et organique, l'espèce même et le mode de la solidité par les différences de densité, de dureté, de ténacité, de pesanteur spécifique, d'élasticité, de fragilité, de ductilité, etc. Parmi les liquides, outre leur densité et leur pesanteur variée, on en décrit les différentes modifications d'agrégation par les mots consistance, épaississement, viscosité, onctuosité, etc. Dans le genre des gaz la pesanteur spécifique et la dilatabilité ou expansibilité sont les seules mesures de leur rareté, parce qu'échappant à la vue, on a moins de propriétés sensibles pour en apprécier les nuances.

11. Ces notions n'ayant de véritables rapports avec les principes chimiques que celui de la destruction de l'agrégation, il est facile d'imaginer que pour opérer convenablement celle-ci, il ne s'agit que d'appliquer aux agrégés une force, une pression, un choc d'une énergie plus considérable que n'en a l'attraction d'agrégation. C'est ce qu'on fait dans toutes les opérations préparatoires qui consistent à diviser, hacher, broyer, pulvériser, porphyriser, filtrer les différens corps naturels, soit pour réduire les solides en molécules si petites et si écartées que la force d'agrégation devienne nulle entre elles, soit pour séparer les liquides d'avec les différentes substances qui les salissent ou les troublent.

12. La chimie qui, dans les divers moyens qu'elle emploie pour détruire l'effet de l'agrégation dans les corps, n'a réellement pour but que de faire passer ces corps de l'état de sujets physiques, c'est-à-dire dans lequel les physiciens peuvent déterminer leurs propriétés, à celui de sujets chimiques, sur lesquels la physique n'a plus de prise, possède et emploie également les moyens de faire reparaître les corps dans leur état d'agrégés, lorsqu'après les avoir soumis à l'action de différens

agens, elle veut connaître leurs propriétés physiques et les conserver sous leur véritable forme. Elle les obtient alors ou en masse informe plus ou moins consistante, ou en polyèdres réguliers qu'on nomme cristaux.

ARTICLE VIII.

De l'attraction de composition.

1. Les chimistes ne pourraient faire aucune synthèse, ni même aucune analyse, s'ils n'étudiaient pas avec soin les phénomènes qui sont dûs à l'attraction de composition. C'est cette force qui produit et qui doit diriger toutes les opérations des laboratoires; c'est elle qui sert à faire connaître l'action intime et réciproque de tous les corps de la nature les uns sur les autres, et qui éclaire conséquemment sur leurs propriétés chimiques. C'est même l'ensemble de tous les phénomènes qu'elle fait naître qui constitue la science, puisqu'elle consiste uniquement dans la disposition et la liaison systématique de tous ces phénomènes.

2. L'attraction de composition qu'on appelait autrefois *affinité chimique*, parce qu'on en expliquait la cause par un rapport de nature entre les substances qui en jouissaient, diffère de l'attraction d'agrégation en ce que celle-ci n'a jamais lieu qu'entre des molécules similaires, et ne donne naissance qu'à des masses cohérentes plus volumineuses ou plus denses, mais de la même nature que celles qu'elle réunit ou rapproche, tandis que l'attraction de composition n'existe qu'entre des molécules dissimilaires dont l'union ou le rapprochement forme des composés chimiques; telle est la source de sa dénomination.

3. La nature créatrice a placé dans tous les corps qui composent notre globe, et probablement aussi dans ceux qui appartiennent aux autres masses de tout l'univers, une force

intime qui pénètre, agite leurs molécules, et qui les invite en quelque sorte à s'unir les unes avec les autres, ou au moins à se rapprocher d'assez près, et à adhérer assez fortement ensemble pour former des substances différentes de ce qu'était chacune d'elles avant de s'unir ainsi. D'où il suit que le chimiste, en faisant agir l'attraction de composition entre les différens corps de la nature, n'en est que le ministre ou le directeur, et ne fait qu'observer les effets qui en résultent. C'est encore en raison de cette *tendance à l'union*, expression qu'on emploie quelquefois pour désigner l'attraction de composition, que les premiers chimistes, qui ont voulu l'expliquer, ont supposé entre les molécules des corps une sorte d'amitié ou d'affection d'où est tiré le mot affinité qu'ils ont si long-temps employé pour exprimer ce phénomène naturel.

4. En considérant l'ensemble de tous les phénomènes dus à l'attraction chimique, à l'attraction de composition, on reconnaît que ceux qui sont propres à la caractériser, et à jeter conséquemment un très-grand jour sur la base des théories de la science, sont en même-temps d'une constance telle que, d'après la proposition que j'en ai faite le premier, il y a dix-huit ans, en 1781, la plupart des chimistes les désignent avec moi sous le nom de *lois*.

5. On peut reconnaître aujourd'hui dix lois générales de l'attraction de composition, dont l'étude suffit pour bien concevoir la grande influence que cette force a dans tous les phénomènes de la nature et de l'art, et par conséquent sur tous les résultats des opérations de la chimie. Comme chacune d'elles forme un véritable axiome chimique propre à expliquer toutes les théories de la science, on ne se contentera pas de les exposer ici de suite et sans quelques développemens; mais, en les énonçant les unes après les autres, on fera pressentir de combien d'applications importantes chacune d'elles est susceptible, et quels rapports elle a avec l'ensemble de la doctrine de la science.

6. La première loi de l'attraction de composition, *c'est qu'elle n'a lieu qu'entre des corps de nature différente, ou entre les molécules dissimilaires.* La clarté et la généralité de celle-ci se présentent dans le seul énoncé qu'on en offre ; car il est évident qu'une attraction qui aurait lieu entre des corps semblables, ne pourrait être que celle d'agrégation, et ne pourrait jamais former des composés. Quoique les chimistes aient presque tous conçu ce qu'ils nommaient des *affinités* entre les corps, comme les effets d'un rapport, d'une similitude intime qui existaient entre eux, les phénomènes chimiques prouvent cependant que l'attraction de composition est d'autant plus forte que la nature des corps entre lesquels elle exerce semble être plus différente, plus éloignée, autant cependant qu'on peut saisir ou apprécier cette différence.

7. Seconde Loi. *L'attraction de composition n'a lieu qu'entre les dernières molécules des corps.* C'est dire dans une nouvelle forme ce qui a déja été exposé plus haut, qu'il faut que les corps soient dans un grand état de division, qu'ils aient passé de l'état de sujets physiques à celui de sujets chimiques, qu'ils aient perdu leur consistance solide, leur état d'agrégation, pour qu'ils puissent s'unir de manière à former un composé : puisque c'est entre les molécules constituantes des corps que s'exerce l'attraction de composition, il est évident que le mouvement par lequel elles se portent les unes vers les autres, elles s'approchent d'assez près pour se combiner, l'acte même de cette combinaison, doit échapper à nos yeux. Ainsi, tout en montrant qu'elle ne réside que dans les dernières molécules, qu'elle est, d'après cela, entièrement opposée à l'attraction d'agrégation qui n'a lieu qu'entre des particules plus grossières qu'on nomme, à cause de cela, molécules intégrantes, l'énoncé de cette loi prononce en même-temps que le mode dont elle s'opère, le mouvement qui l'accompagne, les élémens de forme, de distance, de pesanteur qui la dirigent, sont cachés pour nous sous un voile impénétrable, et que l'homme ne peut

connaître que son résultat, sans pouvoir établir aucun calcul sur les premières données qui la constituent.

8. Troisième LOI. *L'attraction de composition peut avoir lieu entre plusieurs corps.* L'énoncé très-simple de cette loi comprend cependant toutes les combinaisons possibles, et le véritable ensemble des résultats chimiques, puisqu'il apprend que 57 corps non décomposés, considérés dans le nombre possible de leurs unions chimiques prises 2 à 2, 3 à 3, 4 à 4 et 5 à 5, sans les pousser jusqu'à une complication plus élevée, donneraient 4,612,972 composés; quantité dont il est presque impossible de concevoir que la tête humaine puisse embrasser la série et la comparaison entre les propriétés qui doivent caractériser chacune d'elles.

9. Quatrième LOI. *Pour que l'attraction de composition ait lieu entre deux corps, il faut que l'un des deux au moins soit fluide.* Quoique ce soit dire encore ici qu'il faut employer des corps dont l'agrégation n'existe point pour qu'ils puissent s'attirer et s'unir chimiquement, il est important d'établir et de considérer cette loi en particulier, 1°. parce qu'elle forme un ancien axiome de chimie, *corpora non agunt nisi soluta*, dont il faut connaître la valeur; 2°. parce que son examen conduit à connaître un des grands phénomènes qui se passe dans les opérations chimiques. Comme, d'après l'énoncé de cette loi, il suffit qu'un des deux corps soit liquide, il arrive qu'en présentant un solide à un corps liquide, on voit, pendant l'acte même de leur combinaison, le solide disparaître, se fondre dans le liquide, partager sa liquidité, et c'est ce qu'on a nommé *dissolution*. Il y a donc dans l'existence de cette force une puissance assez grande pour que l'attraction d'agrégation de l'un des deux corps soit détruite au moment même de son exercice.

10. On a long-temps donné en chimie de fausses idées de la dissolution. Ce n'est pas seulement en distinguant l'un de l'autre le corps à dissoudre ou le *dissolvende*, et le corps qui

dissout ou le *dissolvant*, distinction qui n'est au fait destinée qu'à exprimer l'état liquide de l'un, l'état solide de l'autre, et le passage de ce dernier à l'état liquide du premier ; mais c'est en attribuant au dissolvant une force particulière qu'on a désignée par les mots vertu, force, puissance dissolvante, et par l'admission de laquelle on a supposé que tout l'effet d'une dissolution dépendait du liquide, tandis que le solide ne paraissait alors que comme une espèce de corps passif, qui se laissait entamer, diviser, et conséquemment dissoudre par le premier. On a été ensuite jusqu'à imaginer que le dissolvant était formé d'aiguilles ou de pointes, et le corps à dissoudre rempli de pores ; que les aiguilles du premier s'introduisaient dans les pores du second, et en écartaient les molécules. Cette explication mécanique de la dissolution n'est pas seulement un roman ridicule, mais une très-fausse interprétation du phénomène même auquel on l'avait appliquée.

11. En effet, dans une dissolution il n'y a pas plus d'effort de la part du liquide que de la part du solide ; celui-ci se porte avec une égale puissance, une égale activité vers les molécules du liquide, que le font celles de ce dernier à l'égard des molécules de l'autre. La tendance à l'union entre les deux est égale, et peut-être même serait-il permis de dire qu'il y a plus de force employée par le solide pour perdre son agrégation, qu'il n'y en a dans le liquide pour la faire perdre au premier. D'ailleurs, si le liquide fait partager sa liquidité au solide, les molécules de celui-ci, à mesure qu'elles s'écartent, se séparent et s'interposent entre les molécules du liquide, les rapprochant aussi les unes des autres, tendent à lui faire partager leur solidité, et lui donnent ainsi une densité, une pesanteur spécifique et une consistance plus ou moins supérieures à celles dont il jouissait auparavant. Aussi dans toute dissolution, avant que le solide devienne liquide, une partie du liquide devient elle-même solide, en s'interposant entre les molécules du corps à dissoudre. Aussi dans plusieurs de ces opérations

voit-on le liquide partager la solidité du solide, au lieu d'observer celui-ci tout liquéfié dans le premier.

12. Cinquième LOI. *Quand plusieurs corps s'unissent ou se combinent, leur température change au moment même où l'attraction de composition agit entre eux.* Comme il ne doit être ici question que de la simple exposition générale des lois de l'attraction chimique, ou comme on ne doit en donner qu'un développement général, l'explication détaillée de la cause de celle-ci aura sa place ailleurs. Il faut seulement savoir que toutes les fois que deux ou plusieurs corps s'attirent et se combinent chimiquement, leur température s'élève, ou s'abaisse, ou ne reste jamais la même dans le moment de leur union. Il y a constamment ou échauffement, chaleur produite; ou refroidissement, chaleur perdue, dans l'acte même de la combinaison: ainsi un composé chimique doit retenir toujours ou plus ou moins de calorique que ses composans n'en contenaient avant leur union. Ainsi ce que l'on nommera par la suite calorique spécifique et capacité pour le calorique, change dans l'acte de combinaison, et les corps combinés sont dans une autre condition, par rapport à la proportion de ce principe, que ne l'étaient avant leur combinaison les principes qui la forment. Il faut se borner à cette simple exposition ici, et remarquer seulement que tous les composés qui, au moment où ils se forment, s'échauffent, perdent du calorique et en contiennent moins que n'en contenaient leurs composans; tandis que tous ceux qui, dans l'instant de leur formation, se refroidissent, absorbent du calorique et en recèlent plus que leurs principes n'en avaient avant leur réunion.

13. Sixième LOI. *Les composés formés par l'attraction chimique ont des propriétés nouvelles et différentes de celles de leurs composans.* Il est d'autant plus nécessaire de bien concevoir et de bien prononcer l'existence de ce phénomène constant ou de cette loi de l'attraction de composition, que les chimistes ont long-temps cru que le contraire avoit lieu dans les combinaisons.

Ils pensaient en effet que les composés avaient des propriétés moyennes entre celles de leurs composans ; qu'ainsi deux corps très-colorés, très-sapides ou insipides, solubles ou insolubles, fusibles ou infusibles, fixes ou volatils, prenaient, en s'unissant chimiquement, une coloration, une sapidité, une solubilité, une volatilité moyennes, composées en quelque sorte de ces mêmes propriétés considérées dans leurs principes. C'est une illusion et une erreur que la chimie moderne s'est empressée de détruire. Jamais on ne peut regarder les propriétés d'un composé comme le terme moyen de celles de leurs composans ; jamais on n'arriverait, par le calcul d'estimation, d'après les propriétés de deux ou de plusieurs corps, à déterminer celles qu'ils auront, lorsqu'ils seront combinés. Ainsi, des corps absolument insipides avant leur union deviennent âcres et caustiques après ; des corps incolores forment des composés très-colorés, et *vice versâ ;* des matières absolument infusibles sont très-fusibles après leur union ; des corps volatils séparément sont très-fixes après leur combinaison. Jamais on ne devinera ou l'on ne calculera la pesanteur spécifique d'un composé, d'après celle de ses composans. L'attraction de composition change donc toutes les propriétés des corps qui s'unissent ; et ce n'est jamais que par de nouvelles expériences ou *à posteriori*, et non par des calculs ou *à priori*, qu'on peut déterminer les propriétés des composés.

14. Septième LOI. *L'attraction de composition se mesure par la force qu'il faut employer pour séparer les composans.* Il est facile de concevoir qu'une force naturelle ne peut être estimée à sa véritable valeur que par celle d'une force opposée qu'il faut employer pour la détruire ou la rendre nulle. C'est ainsi qu'on mesure la pesanteur en suspendant un corps, ou, ce qui est la même chose, en l'empêchant de tomber sur la terre par un contre-poids qui le balance. C'est ainsi qu'on estime la ténacité ou la dureté, en mesurant combien il faut de poids tirant ou comprimant pour rompre un corps tenace ou dur. C'est

même ainsi qu'on détermine la quantité de son et de lumière en mesurant celle de l'espace qui leur oppose une résistance tandis qu'ils le parcourent, etc. Mais il est essentiel, quelque simple que paraisse cet énoncé, de le ranger parmi les lois de l'attraction de composition, parce qu'on a plusieurs fois donné des idées erronées sur la mesure ou la détermination de cette force. En s'en rapportant trop aux premières apparences, les chimistes ont d'abord pensé que les corps qui se combinaient le plus vîte, ou avec le plus de rapidité et de mouvement, étaient ceux qui avaient le plus d'affinité les uns pour les autres : la vîtesse de la combinaison était donc pour eux la mesure de l'affinité. Mais l'on a reconnu que c'était là une source d'erreurs et d'illusions. Souvent, au contraire, les matières que l'on a le plus de peine à combiner sont celles qui adhèrent le plus fortement les unes aux autres. De là il résulte, que la véritable, que la seule manière exacte de déterminer la force d'attraction chimique entre les corps, est de mesurer celle qu'on est obligé d'employer pour séparer les matières constituantes d'un composé. Le développement de la loi suivante rendra l'énoncé de celle-ci beaucoup plus clair encore. Il suffira d'ajouter que le temps nécessaire à une combinaison ne peut pas exprimer sa force, et que les quantités respectives de matières susceptibles de s'unir, que quelques chimistes modernes ont prises pour bases de l'appréciation de l'attraction chimique, quoique beaucoup plus propres à conduire au but desiré, sont trop éloignées d'être encore connues avec assez de précision pour servir de fondement à une loi sur cette force.

15. Huitième LOI. *Les corps ont entre eux différens degrés d'attraction, et on les reconnaît par l'observation.* Voilà un des plus simples énoncés qu'on puisse offrir parmi les lois de l'attraction de composition, et c'est cependant un de ceux qui conduit aux plus nombreux et aux plus utiles résultats sur la connaissance exacte de cette force naturelle. Il y a long-temps qu'on sait que certains corps naturels refusent toute union

entre eux, tandis que d'autres s'attirent et se combinent avec la plus grande facilité et avec la plus grande force. Si l'on avait même prévu que cette force avait des degrés par rapport aux corps divers qu'on peut combiner entre eux, ce n'est que depuis le commencement du dix-huitième siècle qu'on a commencé à estimer avec quelque précision l'affinité relative, ou l'adhérence proportionnelle que les corps ont les uns pour les autres. Comme l'étude de cette huitième loi est celle qui peut répandre le plus de jour sur tous les phénomènes chimiques, il est essentiel d'en examiner avec soin toutes les circonstances.

16. Quand deux corps sont unis par l'attraction de composition, si on leur en présente un troisième, l'observation a prouvé que celui-ci peut se comporter de quatre manières différentes : où il reste sans se combiner, il n'opère aucun changement dans la combinaison ; ou bien il s'unit au composé, et forme un composé ternaire ; ou il se combine avec un des deux principes du premier composé, avec lequel il en forme un nouveau, et sépare entièrement l'autre principe ; ou enfin il s'unit à une partie seulement de l'un des deux principes du composé, dont il ne fait alors que changer la proportion ; et il forme, avec la partie du principe qu'il a enlevée, un composé nouveau différent de ce qu'il serait, s'il l'avait entièrement séparé comme dans le troisième cas.

Le premier cas suppose absence d'attraction, ou plus faible attraction entre le nouveau corps qu'on essaie et les deux premiers combinés, ainsi que la combinaison qui en résulte. L'équilibre du composé primitif subsiste.

Le second cas indique une attraction égale du troisième corps avec les deux premiers et avec leur combinaison. Le produit est une surcomposition.

Le troisième cas annonce une attraction plus forte entre le corps ajouté et l'un des deux de ceux qui forment le composé. Il y a alors décomposition de ce premier composé, formation

d'un nouveau composé binaire, et séparation d'un des principes du premier.

Enfin le quatrième cas, où il y a seulement décomposition partielle, admet deux nouveaux composés binaires qui restent en équilibre de composition.

17. C'est dans les deux derniers cas qu'il faut nommer, avec Bergman, *attraction élective* la force qui opère la décomposition, puisque cet effet n'est que la suite d'une attraction de choix, en quelque sorte, entre l'un des deux principes du premier composé et le troisième corps qu'on y ajoute.

18. Dans le troisième cas d'attraction élective, et dans le quatrième cas, il arrive communément que le corps séparé du milieu d'un liquide, cessant d'y rester dissous, s'en dépose sous la forme de poussière ou de très-petits polyèdres : alors on dit qu'il y a *précipitation*. On nomme *précipitant* la substance employée pour produire cet effet ; et *précipité*, le dépôt qui se manifeste. On distingue le précipité en *pur* et *impur* : le premier doit être bien reconnaissable pour le corps séparé, tel, par exemple, qu'un métal avec son brillant et sa couleur métallique ; le second a des propriétés très-différentes de celles du corps même qui devoit être séparé, et il annonce qu'il est dans un état de combinaison nouvelle ; en sorte que ce n'est point alors une seule ou simple décomposition, et qu'il y a plusieurs effets compliqués. On a encore distingué des précipités vrais et des précipités faux : les uns sont formés par la substance séparée ; les autres, par le nouveau composé, qui alors est moins soluble que le corps séparé. Mais pour se convaincre de l'abus de ces dénominations, il faut savoir que lors du jeu d'une attraction élective simple, tel que celui qui est traité ici, c'est-à-dire, quand on décompose à l'aide d'une attraction différente un composé de deux corps dissous dans l'eau par un troisième corps également dissous dans l'eau, il arrive l'un ou l'autre des phénomènes suivans : ou bien la matière séparée étant indissoluble, et le nouveau composé dissoluble, celui-ci reste dans la liqueur ;

et le corps séparé se précipite pur s'il est seul, impur s'il entraîne quelque chose du nouveau composé, ce qui arrive le plus souvent: ou bien le nouveau composé étant dissoluble, et le corps séparé l'étant aussi, les liqueurs restent claires sans précipitation, et on ne constate la décomposition que par l'examen ultérieur de ces liqueurs mêlées : ou bien enfin le nouveau composé formé étant indissoluble, et le corps séparé étant au contraire dissoluble, celui-ci reste en dissolution dans les liqueurs, et c'est le composé qui se sépare sous le nom de *faux* précipité ; d'où l'on voit qu'il y a ici un vice radical de nomenclature, puisqu'on appelle également précipité, tantôt la matière séparée, tantôt la nouvelle combinaison formée. Aussi aujourd'hui n'emploie-t-on l'expression de précipité, fort en usage autrefois, que pour représenter le phénomène, mais non pour déterminer la nature de la substance qui le forme.

19. On sentira encore mieux le vague et même l'inconvénient comme la fausseté de cette expression de précipité, lorsque l'on saura que souvent la matière qui se sépare d'un composé binaire par un troisième corps qui le décompose en s'emparant de l'un de ses deux composans, au lieu de se déposer, de se précipiter, de gagner le fond des liqueurs ou des mélanges, s'élève en vapeur, se volatilise lorsqu'elle en est susceptible, et lorsqu'il y a assez de *chaleur formée* pour la vaporiser; lorsqu'on saura encore que cette expression de précipité, qui est donnée à des corps et à des phénomènes si différens les uns des autres, ne peut cependant être employée que pour les opérations qui se font par la *voie humide*. Elle ne peut presque jamais convenir aux expériences qui se font par la *voie sèche*, parce que les phénomènes relatifs à la précipitation ne s'y montrent presque jamais d'une manière appréciable.

On appelle en chimie voie humide, toutes les opérations qui ont lieu avec des corps liquides, qui doivent de plus être transparens pour rendre sensibles les phénomènes de précipitation ; et voie sèche, tous les procédés qui se pratiquent sur

des corps secs, pulvérulens, sans eau, et par l'action du feu.

20. Il y a un grand nombre de cas d'attractions électives où un composé de deux corps, qui n'éprouve aucune altération de la part d'un troisième ni d'un quatrième corps isolés, est cependant décomposé lorsqu'on lui présente ce troisième et ce quatrième corps inactifs séparément, tous les deux à la fois, ou préalablement combinés : c'est alors ce qu'on nomme *attractions électives doubles*, pour les opposer aux attractions électives simples dont il a été question précédemment (nos 16 à 19). Quoique ce genre d'attractions électives ait été long-temps regardé comme très-difficile à comprendre et à expliquer, on le concevra aisément, si l'on fait attention à la réunion des deux forces qui conspirent en quelque sorte pour détruire le composé, et qui, réunies, l'emportent en effet par leur somme sur celle qui tient adhérentes les matières formant le premier composé. Soit supposé pour cela le composé AB, dont le premier principe A tient au second principe B avec une force égale à 8; ajoutez à ce composé binaire un troisième corps C qui ait pour A ou pour B une attraction égale à 6 : il est évident que ce corps C ne produira aucun effet sur le composé AB, dont la force de composition est représentée par 8 supérieur à 6. Ajoutez de même et en particulier au composé AB un quatrième corps D, dont l'attraction pour ses principes B ou A soit égale à 7 ; ce nouveau corps ne changera pas plus le composé AB que ne le fait le corps C. Mais faites agir en même temps les deux corps C et D sur le composé AB ; alors le corps C attirant le principe A avec une force égale à 6, et le corps D attirant le principe B avec une force égale à 7, la somme de ces deux forces réunies donnant 13, qui l'emporte beaucoup sur 8, elle opérera la décomposition. Voilà tout le mystère des attractions électives doubles.

21. Il ne faut pas confondre avec les attractions électives doubles, comme l'ont fait plusieurs des plus habiles chimistes,

les cas nombreux, où, en mettant en contact avec un composé binaire un autre composé binaire dont un des principes seul eût suffi pour détruire la première combinaison, il y a double décomposition et double recomposition ; car le second principe du second composé n'était pas nécessaire dans ce cas pour détruire le premier composé. Pour bien distinguer ces cas de ceux des véritables attractions électives doubles, où la réunion de deux corps est exigée pour la décomposition d'un composé, je nomme les attractions qui s'exercent dans les premières circonstances, attractions électives *Superflues ;* et celles qui ont lieu dans les secondes, attractions électives *Nécessaires*, à la manière de Linnéus dans ses polygamies syngénésiques.

22. Pour expliquer avec plus de clarté encore le jeu et l'effet des attractions électives, il est utile de désigner avec M. Kirwan, par le nom d'attractions *quiescentes*, celles qui tendent à laisser les composés dans leur équilibre et leur repos, lorsqu'il n'y a pas de décomposition dans des mélanges ; et par celui d'attractions *divellentes*, celles qui opèrent la décomposition des composés, parce qu'elles arrachent, en quelque sorte, les principes à leur première union. Ainsi l'on peut dire que, quand il y a décomposition d'un composé par un ou plusieurs corps qu'on y ajoute, soit dans le cas d'attractions électives simples, soit dans celui d'attractions électives doubles, l'attraction divellente dans le premier cas, ou la somme des attractions divellentes dans le second, l'emportent sur la somme des attractions quiescentes.

23. Il serait très-utile de pouvoir déterminer d'une manière rigoureuse la force d'attraction élective qui existe entre tous les corps naturels : en essayant de le faire par des nombres, il y a une quinzaine d'années, je n'ai donné qu'une méthode d'approximation qui doit être regardée comme arbitraire, tant qu'on n'aura pas de bases exactes sur lesquelles on puisse établir ou d'après lesquelles on puisse calculer la valeur précise de ces forces. On est encore bien loin d'espérer de pareilles bases ; on n'entrevoit pas même encore

les méthodes qu'on pourra suivre pour les découvrir : aussi s'est-on contenté d'exprimer, par leur position respective plus ou moins rapprochée des corps dont on veut peindre les attractions électives, tous ceux qui sont attirés par eux ou qui les attirent plus fortement depuis le plus jusqu'au moins adhérent. C'est cette simple représentation du rang respectif, mais non du degré précis, ou de la valeur réelle et proportionnelle de cette attraction, que l'on désigne dans les tables de *rapports*, *d'affinités ou d'attractions chimiques.*

24. Non-seulement il est utile, pour l'étude de la science et pour guider les recherches ultérieures des chimistes, d'exposer ainsi dans des tableaux le rang que tiennent les corps dans leurs attractions relatives, et d'augmenter le nombre de leurs colonnes, comme les chimistes le font tous les jours ; mais il est également avantageux de représenter, par des espèces de formules, à l'exemple de Bergman, les effets des attractions électives doubles ou simples, pour faire connaître d'un seul coup-d'œil tout ce qui arrive dans les mélanges et les contacts de différens composés avec des matières non décomposées, ou avec d'autres composés : on peut même, par la seule disposition respective des composés et de leurs principes, peindre aux yeux les effets sensibles de dissolution, de précipitation, de décomposition, de recomposition, de volatilisation, etc. qui ont lieu dans l'action simultanée de tous les corps simples ou composés qu'on met en contact.

25. Neuvième LOI. *L'attraction de composition est en raison inverse de la saturation des corps les uns par les autres.* Pour faire concevoir cette loi ou ce phénomène constant, plus abstrait et plus difficile à comprendre que les précédens, il faut savoir d'abord que les corps, en se combinant entre eux par l'attraction de composition, ne s'unissent que dans des proportions données par la nature ; que lorsqu'ils sont arrivés à cette proportion respective, les composés ne peuvent plus prendre une plus grande quantité de chacun de leurs composans ; que ce point atteint est ce qu'on

nomme la *saturation*. Il faut savoir, en second lieu, que la plupart des corps susceptibles de se combiner, et qui tendent conséquemment à s'unir dans une proportion donnée, n'arrivent à leur saturation complète que par des circonstances favorables et réunies; que lorsque ces circonstances n'existent pas, l'union entre eux, quoique non satisfaite, puisque la saturation n'a pas encore lieu, demeure cependant en équilibre ou en repos jusqu'à la coïncidence de ces circonstances, et qu'ainsi on doit distinguer les combinaisons des mêmes corps en diverses quantités comme différens termes, depuis un minimum jusqu'à un maximum. Or c'est dans ces divers termes, qui peuvent être plus ou moins multipliés, qu'on observe le phénomène constant, ou l'existence de la loi dont je parle ici; savoir, que la première portion d'un corps qui s'unit à un autre corps y adhère davantage que la seconde; que la seconde y adhère plus que la troisième; et qu'enfin l'attraction est d'autant plus faible, qu'on approche davantage de la saturation. Ce fait est d'accord avec une autre observation également importante; c'est qu'en général, plus les corps ont d'attraction pour d'autres corps, et moindre est la quantité qu'ils en exigent pour être saturés: de là vient aussi qu'en décomposant un composé saturé, on lui enlève plus facilement les dernières portions de l'un de ses composans, que les premières qu'il retient plus fortement.

26. DIXIÈME LOI. *Entre deux composés qui ne se décomposent pas réciproquement par attraction élective double, la décomposition peut avoir lieu, si l'attraction de deux des principes pour un troisième l'emporte sur celle qui unit celui-ci à un des deux premiers, quoiqu'au moment même de l'action l'union entre ces deux premiers n'existe pas encore.* On pourroit croire, au premier coup-d'œil, que cette loi rentre dans les cas d'attractions électives doubles nécessaires; mais on va voir que c'est un effet très-différent que celle-ci représente et explique. Il s'agit ici d'une attraction qui existe entre un composé binaire qui n'est

point encore formé, et un autre corps qui est uni à un quatrième ; en telle sorte que cette attraction, que j'appelle *prédisposante*, est la seule cause qui opère la formation de ce composé et la décomposition d'un autre composé qui n'aurait point eu lieu sans la formation du premier. C'est quelque chose de plus et réellement quelque chose de différent que le cas des attractions électives doubles. Pour concevoir cette attraction disposante, supposons un composé NO et un autre composé PQ, dont les quatre composans N et P, O et Q n'ont point l'un pour l'autre une attraction qui l'emporte par sa somme sur celle qui les tient unis en NO et PQ : il est évident qu'il ne peut y avoir eu d'effet de décomposition par attractions électives doubles nécessaires, puisque les attractions quiescentes sont plus fortes que les divellentes. Cependant, si la force qui tend à unir O et P ensemble, ajoutée à celle qui tend à unir le composé OP à Q, est plus considérable que celle qui tient au premier moment réunis NO et PQ, il y aura décomposition, formation du composé ternaire OPQ, et séparation du premier composant N ; et ce ne sera point une véritable attraction élective double, puisqu'il n'y a pas réunion réciproque et inverse des deux composans de chaque composé, de manière à former deux nouveaux composés binaires, et puisque le produit de cette double attraction disposante est, d'une part, la formation d'un composé ternaire, et de l'autre, le dégagement d'un des premiers composans ; ce qui n'est pas le caractère d'une attraction élective double.

27. Tous les cas d'attraction de composition qui ont été cités dans le développement des dix lois qui viennent d'être exposées, se passent en général entre deux, trois ou quatre corps ; et l'on peut calculer très-bien les effets qui en résultent par les règles qui ont été posées. Mais ces effets se compliquent bien davantage, si plus de quatre corps sont mis en contact, et s'ils exercent des attractions réciproques plus multipliées. Par exemple, lorsque plusieurs composés ternaires ou quater-

naires, ou plus compliqués encore, réagissent les uns sur les autres, le jeu d'un grand nombre de principes différens ayant lieu les uns sur les autres respectivement, un à un, deux à deux, ou trois à trois, le calcul des effets qui doivent en arriver contenant un beaucoup plus grand nombre d'élémens, doit donner aussi des sommes de résultats plus différentes et plus nombreuses. C'est ce qui a lieu dans quelques cas que la chimie n'explique encore qu'avec peine, et qui tiennent à des attractions électives compliquées; c'est ce qu'on observe spécialement dans les attractions chimiques multipliées qu'exercent les unes sur les autres les matières végétales ou animales pendant la vie des végétaux et des animaux.

28. Ce n'est que par l'observation des phénomènes, et conséquemment par des séries d'expériences, qu'on peut encore se rendre compte des effets de l'attraction de composition : comme on ignore absolument les propriétés sensibles et mesurables des molécules constituantes entre lesquelles cette force s'exerce; comme on n'a aucun moyen d'estimer leur volume, leur forme, leurs surfaces, leur pesanteur relative, leur distance, ainsi que de les comparer entre elles dans les différens corps simples ou indécomposés dont elles constituent le tissu comme la nature diverse, on ne peut déterminer d'avance, ou *à priori*, ou avant l'observation de leurs effets réciproques, la manière d'agir qu'elles peuvent avoir les unes par rapport aux autres, ou le mode d'attraction qui peut exister entre elles. Il est impossible de soumettre à la précision et à l'exactitude du calcul ce qui doit résulter de leurs unions variées et multipliées. On ne sait point encore même s'il n'y a pas une répulsion entre quelques-unes; et quoique quelques physiciens aient été obligés d'admettre cette force opposée, et servant, en quelque sorte, de contre-poids à l'attraction, pour l'explication de plusieurs phénomènes naturels, entre autres, de l'électricité et du magnétisme, on n'a pas cru devoir encore s'en servir dans la chimie, et l'on s'est contenté de bien observer

et de bien décrire les résultats. Cette opération de la nature, qui préside aux attractions chimiques, est, dans son exercice même, cachée sous le voile impénétrable de la petitesse des molécules entre lesquelles elle s'exerce.

29. Aussi toutes les théories qu'on a proposées pour expliquer l'attraction élective, et la cause des combinaisons, sont-elles des hypothèses plus ou moins ingénieuses; et il n'est pas permis de donner à l'une d'entre elles la préférence sur les autres, tant que quelque découverte heureuse, fort éloignée sans doute de celles que l'on possède encore, n'aura pas conduit les chimistes plus avant qu'ils n'ont pu pénétrer jusqu'ici dans la route de la vérité. Que cette force soit donc due à la forme des molécules constituantes, ou à leur distance, ou à leur pesanteur respective seulement; qu'elle soit la même que l'attraction générale, modifiée uniquement par la figure des particules entre lesquelles elle a lieu, ou qu'on doive la reconnaître comme une puissance absolument différente, et soutenir qu'elle en diffère par les lois auxquelles elle obéit: ces idées, comme toutes celles qu'il est permis de proposer dans l'état actuel de la science, n'ont de fondement que dans l'imagination, et sont entièrement hypothétiques. Quoiqu'on ne doive repousser aucune de celles qu'on pourra présenter sur un sujet si difficile, dans une matière sur laquelle il est si facile à l'esprit de s'égarer, il est bien plus sage et plus utile de continuer à interroger la nature sans relâche, de multiplier les expériences et les recherches comme le font les chimistes, et d'attendre de ses réponses la solution de plusieurs problèmes que présente l'étude des attractions électives simples, doubles, prédisposantes, et sur-tout complexes ou compliquées.

30. C'est d'elle seule, de l'expérience, qu'on a déja reçu tant de clartés sur les prétendues *anomalies* dans les attractions chimiques. On désigne par ce nom d'anomalies les effets variés et en apparence contradictoires que présentent les mêmes matières dans leur union et leur désunion. On a reconnu, par des

tentatives multipliées, que ces anomalies qui ne sont qu'apparentes dépendent des diverses circonstances qui accompagnent le jeu des attractions chimiques, et auxquelles on n'avait pas pris garde lorsqu'on avait admis de prétendues variabilités dans les attractions électives. L'observation, fidèle à ceux qui l'emploient constamment, a relégué dans la classe des erreurs plusieurs distinctions d'affinités qui n'avaient été tirées que de ces variations illusoires : elle apprend aujourd'hui qu'on ne peut admettre des anomalies que quand on n'a point encore vu tout ce qui se passe dans les attractions, ou que, lorsque l'on en admet dans quelques opérations de chimie, c'est que l'on n'a point encore déterminé exactement toutes les circonstances de ces opérations; elle prouve que l'état liquide ou solide des corps, la dose qu'on en emploie, la quantité respective d'eau où ils sont suspendus ou dissous, la quantité de calorique dont on les pénètre, ou la masse de chaleur à laquelle on les expose, le degré de refroidissement auquel on les soumet, les êtres fantastiques ou les propriétés imaginaires qu'on s'est si souvent permis dans l'étude de la nature, et, plus que tout cela, la légéreté, la rapidité, le peu de soin, avec lesquels on fait des expériences, la trop prompte conclusion qu'on en tire, les circonstances quelconques qu'on néglige de noter, sont les véritables sources des anomalies qu'on dit exister; que ces anomalies disparaissent lorsqu'on considère les faits sous toutes leurs faces, et qu'on en diminue le nombre, à mesure qu'on avance dans la connaissance exacte des phénomènes de la nature.

ARTICLE IX.

Des phénomènes chimiques dans la nature et dans les arts.

1. Puisque tous les détails de l'article précédent ont prouvé que la force d'attraction par laquelle les composés se forment, était placée par la nature dans chaque corps, et y existait dans un degré déterminé pour chacun d'eux, il est évident que les phénomènes produits par cette force doivent avoir lieu dans toutes les scènes qui se passent dans le monde, et dont l'ensemble constitue l'harmonie de l'univers.

2. Comme ces phénomènes sont de deux classes par rapport à la masse des corps qui leur donnent naissance ou entre lesquels ils s'exercent; savoir, entre les grands corps, et ce sont ceux qui régissent les mouvemens comme les distances respectives des globes planétaires, ou entre les molécules de chaque corps; comme d'une autre part ce n'est jamais que sur ces dernières qu'agit l'attraction de composition, il est manifeste qu'il n'y a non plus que ces phénomènes en quelque sorte moléculaires qu'on doit regarder comme des phénomènes chimiques : mais il ne l'est pas moins en même temps que ce n'est qu'à la chimie qu'il appartient d'en étudier les résultats et d'en expliquer le mécanisme ou la théorie.

3. Le nombre des effets naturels qui appartiennent à l'attraction de composition, et que la chimie peut seule faire atteindre au philosophe, doit être immense et sans bornes. En effet la nature tient à sa disposition, et tous les corps possibles, et les corps dans tous les états, et l'espace où elle les fait agir les uns sur les autres, et le temps qu'elle ne calcule point. Ces élémens de sa puissance et de ses forces se combinent de mille manières, et il doit en résulter des milliers d'effets successifs.

4. On peut cependant, pour en prendre une idée générale, les limiter à un certain nombre de classes, ou les borner à un certain nombre de chefs qui, sans pénétrer dans les détails, en embrasseront seulement la généralité, et en circonscriront l'ensemble. C'est ce que j'ai déja essayé de faire dans ma Philosophie chimique, en resserrant dans un cadre méthodique tout ce qui appartient aux théories générales de la chimie considérée comme science naturelle.

5. En suivant une marche sinon semblable, au moins analogue ici, j'observerai qu'on peut renfermer sous quatre titres généraux tous les phénomènes chimiques naturels qui se passent sur le globe terrestre.

6. Le premier titre comprend ceux qui se présentent dans l'atmosphère, sous la forme de météores, et ils appartiennent à la branche de la science que j'ai désignée par le nom de météorique : ils appartiennent à l'état hygrométrique, thermométrique, barométrique de l'air, à la pluie, à la rosée, aux brouillards, à la neige, au givre, à la grêle, aux éclairs, au tonnerre, et en général à tous les météores.

7. Dans le second titre je range les phénomènes chimiques qui se passent entre les fossiles ; ils sont le sujet de la chimie minérale, et renferment la nature, la formation et la décomposition lente des terres, des pierres, des mines, des bitumes, des eaux minérales, l'altération spontanée des mines métalliques, les dépôts terreux, pierreux, les transports de matières fossiles, les dissolutions, les cristallisations, les stalactites, les incrustations, les couches souterraines, la formation et les changemens successifs des montagnes, des vallées, des plaines, les efflorescences salines et métalliques, les inflammations et les productions volcaniques, et tout ce qui tient à la minéralogie et à la géologie, considérées sous le rapport de la composition chimique des fossiles.

8. Au troisième titre des phénomènes chimiques naturels se rapporte tout ce qui appartient à la vie et à la mort des végétaux :

c'est le sujet de la chimie végétale. Ces phénomènes embrassent la germination, l'influence des terrains divers, les engrais, la foliaison, la formation du bois, la chûte des feuilles, l'épanouissement des fleurs, la fécondation, la maturation des fruits et des semences, la nutrition des plantes, l'ascension de la sève; l'influence de l'air, de l'eau, de la chaleur, du soleil, de l'ombre, des atmosphères variées sur la végétation, la nature des gaz qu'exhalent les végétaux; la composition de leurs sucs communs et propres, de leurs différens matériaux; les altérations naturelles de ces sucs, leurs changemens et leurs passages successifs, la destruction des végétaux morts dans l'eau, dans l'air, dans la terre, la formation des bitumes, des tourbes, des terreaux, et en général tout ce qui peut éclairer la physique végétale.

9. Enfin, dans le quatrième titre, je renferme les phénomènes chimiques naturels qui ont lieu dans les matières animales pendant et après la vie des animaux, et qui sont plus multipliés encore que ceux du titre précédent. Ils forment la matière ou plutôt le résultat de la chimie animale. Tels sont le changement des substances végétales en matières animales, la digestion et la nutrition; les effets de la respiration, la nature des altérations consécutives des liqueurs, leur conversion en solides; la qualité irritable, mobile, et peut-être même la propriété sensible de ces derniers; la formation des muscles, des os, des membranes, les fonctions du foie, des reins, etc., les sécrétions considérées dans leur quantité et dans leurs qualités; chaque humeur et chaque solide devenus malades ou changés par les affections morbifiques; les effets des remèdes et des poisons sur les liquides et les organes des animaux, les moyens de s'opposer à ces effets, de les détruire ou de les corriger; la marche de la destruction lente des matières animales mortes, ou de la putréfaction; la comparaison de la plupart des phénomènes précédens avec ceux qui ont lieu dans les substances végétales.

10. Toutes les importantes considérations, comprises sous les quatre titres précédens, seront indiquées dans les différentes sections de cet ouvrage, auxquelles chacune d'elles peut être rapportée. Je n'ai voulu ici que jeter un coup-d'œil général sur leur existence, comme effets ou phénomènes chimiques produits par la nature, et dont l'étude doit accompagner les expériences chimiques. Je n'ai dû les offrir que comme une esquisse du plan chimique que la nature semble s'être tracé, et comme le but des connoissances que le chimiste doit se proposer d'acquérir.

11. Si les arts sont le plus souvent des imitations des opérations de la nature, ou des moyens de produire à volonté et d'une manière constante, ainsi que dans le temps le plus court possible, des matières appropriées à nos divers besoins, en modifiant d'une manière conforme à nos usages les diverses productions que le globe nous offre à sa surface et dans son sein, il suffit de considérer leur ensemble pour concevoir qu'ils peuvent tous être partagés en deux grandes classes. Les uns, en effet, ne changent que la forme et les propriétés extérieures ou mesurables des corps; ce sont les arts mécaniques ou géométriques: les autres modifient leur composition intime, et leur font éprouver des changemens, des altérations chimiques.

12. Les arts chimiques n'étant que des altérations ou des changemens produits dans les corps par l'attraction de composition, il s'ensuit qu'on peut les considérer comme de véritables procédés de chimie, exécutés en grand, de manière à obtenir des produits constans et à moins de frais, comme avec le moins de temps possible. La chimie, les comprenant donc tous dans ses manipulations, doit les éclairer, les corriger, les perfectionner, les étendre, en créer même de nouveaux à mesure qu'elle se perfectionne; et l'on peut dire qu'il n'est pas une de ses opérations, pas une de ses découvertes, qui ne puisse être regardée comme la source d'un art nouveau, ou de nouveaux progrès pour un art ancien.

ARTICLE X.

Des principales opérations de la chimie en général.

1. La chimie ne peut acquérir les résultats qu'elle cherche, elle ne peut connaître la nature, la composition ou la simplicité et la réaction des corps les uns sur les autres, sans les mettre en contact, les disposer à s'unir, les approprier, et favoriser en un mot entre eux l'attraction de composition, à l'aide de laquelle ils réagissent réciproquement : toutes ces méthodes, qui rentrent dans l'analyse ou la synthèse, exigent certaines manipulations, certains procédés qu'on nomme opérations chimiques, et qu'il n'est pas question de décrire ici, mais seulement de définir et de comparer, afin qu'on en comprenne l'usage et l'application dans tous les endroits de cet ouvrage où il en sera parlé, sans qu'il soit cependant nécessaire d'en décrire spécialement le manuel étranger à cet ouvrage.

2. Outre les opérations préliminaires qu'on nommait autrefois ancillaires ou préparatoires, et qui consistent à diviser, à séparer et à purifier seulement les corps qu'on se propose de traiter ensuite chimiquement, telles que la pulvérisation, la porphyrisation, la lévigation, la filtration, la purification, l'art chimique comprend un grand nombre d'autres manipulations qui ont des objets et des noms particuliers. On va les définir les uns après les autres, et en donner une notion générale qui suffira pour en concevoir l'usage et en connaître l'emploi.

3. La *Fusion* est l'opération par laquelle on ramollit, on fond, on rend fluides par le feu les corps solides qui en sont susceptibles, tels que les métaux, le soufre, le phosphore, les graisses, les cires, plusieurs matières salines, etc. On dit : mettre les corps en fusion.

4. La *Liquation*, quoiqu'une fusion réelle, ne s'entend que de celle qui s'opère sur des composés, et sur-tout des alliages métalliques, dont une ou plusieurs matières composantes, se fondant ou se ramollissant seules, peuvent être séparées ainsi des autres. C'est une opération métallurgique.

5. La *Volatilisation* se dit de l'opération par laquelle on réduit en vapeur, on fait, pour ainsi dire, voler, par l'action du feu, les substances qui en sont susceptibles.

6. La *Sublimation* consiste dans la volatilisation particulière ou l'élévation en vapeur, et la condensation dans la partie supérieure de l'appareil, de matières sèches et solides.

7. L'*Évaporation* est pratiquée lorsqu'on réduit un liquide en vapeur dans l'atmosphère, pour rapprocher les matières fixes qui y sont dissoutes, et les obtenir sèches et séparées du liquide.

8. La *Précipitation* est la séparation, sous forme sèche et pulvérulente, d'une matière quelconque dissoute d'abord dans un liquide, et qu'on en fait déposer plus ou moins indissoluble par une décomposition chimique, comme on l'a dit à l'article de l'attraction de la composition.

9. La *Cristallisation* comprend l'art de faire prendre aux corps, après les avoir fondus ou dissous, la forme régulière polyédrique et cristalline qui les caractérise, en leur enlevant lentement la matière qui les tenait d'abord en état liquide. On entend souvent par cristallisation la forme même des cristaux.

10. La *Stratification* est la pratique par laquelle on expose les corps à leur action respective, en les arrangeant dans des vases, lits par lits, ou couches par couches, *strata super strata*. Elle est employée dans les arts métallurgiques.

11. La *Cémentation* est une espèce de stratification qui a pour objet de faire réagir une portion du cément, c'est-à-dire de la poussière quelconque qui enveloppe de toutes parts le corps qu'on cémente sur ce dernier. Elle n'est guère d'usage que dans quelques procédés métallurgiques.

12. La *Dissolution* a lieu toutes les fois qu'un solide se fond dans un liquide et partage sa liquidité : on a voulu en distinguer la solution ; mais ces deux mots ne signifient aujourd'hui que la même chose, et ne s'appliquent qu'à la simple liquéfaction d'un solide dans un liquide, sans changement réel de l'un ou de l'autre de ces corps. Quand ce changement arrive, quoiqu'on emploie souvent le mot dissolution, dans ce cas on y ajoute la description ou l'indication du phénomène qui l'accompagne : communément on y décrit l'effervescence.

13. L'*Effervescence* est le phénomène, plutôt encore que l'opération, dans lequel on dégage du sein d'un liquide des fluides élastiques, dont les bulles, en traversant le liquide, l'agitent, le soulèvent, le recouvrent de mousse ou d'écume.

14. La *Concentration* consiste à épaissir, à condenser, par l'action évaporante du feu, des liquides salins ou autres, pour rendre leur dissolution plus dense, plus rapprochée, plus concentrée, en un mot plus active.

15. La *Graduation* a pour objet d'amener, par l'évaporation ou la concentration, les liquides au degré de consistance ou d'épaississement nécessaires pour en séparer plus facilement et plus promptement les substances qui y sont tenues en dissolution. On s'en sert sur-tout pour les eaux salées.

16. L'*Infusion* se pratique en laissant séjourner quelque temps une matière quelconque, sur-tout végétale, dans l'eau chaude qu'on jette par-dessus. On peut aussi y employer tout autre liquide chaud. C'est ainsi qu'on fait du thé : aussi dit-on souvent infusion théiforme. C'est mal-à-propos qu'on nomme la liqueur préparée ainsi, infusion ; on devrait dire l'infusé, du latin *infusum*.

17. On appelle *Macération* l'opération qu'on fait en laissant tremper plus ou moins long-temps un corps quelconque dans un liquide.

18. La *Digestion* est une macération que l'on fait dans des vaisseaux fermés, en exposant le liquide destiné à agir sur

des solides, à une douce chaleur plus ou moins long-temps continuée. On lui a donné ce nom, parce qu'on l'a comparée à la digestion des alimens, qu'on a crue opérée par un mécanisme analogue dans l'estomac.

19. La *Décoction* a lieu lorsqu'on fait bouillir un liquide avec la substance sur laquelle on veut le faire agir. On prend aussi ce mot pour désigner la liqueur préparée, tandis qu'on devrait dire le décuit, *decoctum.*

20. L'*Extraction* est l'opération par laquelle on sépare ou on extrait en général une matière d'une autre.

21. On emploie quelquefois le mot *Insolation* pour désigner l'exposition au soleil qu'on pratique dans l'intention de favoriser, par le contact de ses rayons, quelque action entre les corps.

22. La *Distillation* est l'opération par laquelle, en soumettant au feu des substances composées dans des appareils fermés, destinés à en recueillir et à en condenser les parties volatilisées, on les sépare en matières volatiles et en matières fixes. Elle a pour but encore de décomposer des combinaisons complexes, et d'en changer la nature, en les convertissant en plusieurs autres composés moins compliqués. Dans le premier cas, elle sert à une analyse vraie, et dans le second à une analyse fausse.

23. La *Cohobation* est une espèce de distillation dans laquelle on fait repasser plusieurs fois de suite le produit liquide sur le résidu qu'elle a laissé la première fois, ou sur une nouvelle quantité de matière semblable à celle de la première distillation.

24. La *Rectification* est une autre espèce de distillation par laquelle on purifie les liquides, tantôt en en séparant de plus volatils qui les altèrent, tantôt en les volatilisant eux-mêmes pour les isoler des matières fixes qui leur ôtaient leur pureté.

25. On entend par *Torréfaction* ou *Grillage* la séparation de quelques principes volatils d'une matière sèche, et la division ou l'atténuation qu'elle éprouve en même temps. Tels sont les

changemens qu'on fait éprouver aux mines avant de les fondre; c'est à cette dernière opération que s'applique spécialement le grillage : la torréfaction a plus souvent lieu sur les substances végétales.

26. La *Calcination* est ordinairement la volatilisation de quelque matière en vapeur ou en gaz, en la séparant ainsi d'une autre plus fixe, qu'on nomme après cela calcinée.

27. La *Coupellation* s'applique à la séparation des métaux très-oxidables de ceux qui le sont très-peu. Les petites coupes ou coupelles d'os calcinés dont on se sert pour absorber le plomb en oxide vitrifié qui se sépare de l'or et de l'argent, ont donné le nom à cette opération. Elle ne se pratique que dans l'art des essais et dans l'affinage des métaux.

28. La *Vitrification* est la fusion des matières susceptibles de prendre l'éclat, la transparence et la dureté du verre.

29. La *Lixiviation* est une macération jointe à une filtration. On en a un exemple dans la lessive domestique.

30. L'*Exsiccation* ou la dessiccation consiste, comme son nom l'exprime, à dessécher des matières molles, humides, ou à leur enlever l'eau qui les mouille et qui les altérerait. On la pratique au soleil, à l'étuve, sur un bain de sable, et on l'emploie pour les matières végétales, animales, pour les sels, les terres et les oxides métalliques humectés.

31. Quoique le mot de *Combustion* soit plus souvent pris pour l'expression du phénomène même, il est quelquefois appliqué à l'opération de brûler différens corps combustibles. Je me sers souvent du mot de *Décombustion* pour désigner l'opération inverse de la première; je dis aussi, dans ce sens, *débrûler* les corps.

32. On emploie plus souvent et plus clairement encore dans le sens pratique le mot d'*Inflammation*, parce que le phénomène lui-même est le but de l'opération; savoir, de mettre une substance en flamme ou de l'enflammer.

33. La *Détonation* a lieu dans tous les cas où des matières

combinées ou décomposés très-rapidement changent tout-à-coup d'état, occupent instantanément un grand volume, prennent une subite extension, et frappent ainsi l'air qui fait entendre par sa vibration un bruit plus ou moins fort.

34. La *Fulmination* ne diffère de la détonation que par le coup plus rapide, le bruit plus violent et plus rapproché de l'effet de la foudre qui l'accompagne et la caractèrise.

35. L'*Incinération* est une espèce de combustion qu'on pratique sur les charbons en les faisant rougir avec le contact de l'air, en renouvellant leurs surfaces par une agitation continuelle jusqu'à ce qu'ils soient réduits en cendres.

36. L'*Oxidation* est toute opération dans laquelle on combine des matières, de quelque nature quelles soient, avec l'oxigène, de manière à les convertir en oxides. On emploie ce mot plus souvent encore comme phénomène que comme opération; dans ce dernier sens, il faut se servir aussi du mot opposé *Désoxidation*, qui désigne alors une opération qu'on fait aussi souvent dans les laboratoires que la première.

37. La *Réduction* s'emploie pour faire reparaître les oxides des métaux sous la forme métallique. On la nomme aussi *Révivification* : c'est une véritable désoxidation.

38. La *Fermentation*, désignant le plus souvent le phénomène par lequel les substances végétales et animales fermentent, sert cependant quelquefois pour exprimer l'opération par laquelle les chimistes font fermenter ces substances.

39. Les trente-huit sortes d'opérations, dont il vient d'être donné une courte définition, comprennent tout ce que l'on peut faire et tout ce qu'on fait réellement dans les laboratoires et pour les expériences de chimie : on en a offert ici le but, l'effet et l'usage ; on ne pourrait en décrire les procédés que dans un ouvrage consacré à la pratique de la science.

On en donnera cependant une notion préliminaire ou une description succincte dans quelques parties de cet ouvrage, quoiqu'elles soient particulièrement destinées à la théorie de la chimie.

ARTICLE XI.

De la classification chimique des corps.

1. Il résulte de ce qui a été exposé dans plusieurs des articles précédens, qu'à l'aide de la force naturelle de l'attraction élective employée par les chimistes dans leurs opérations, on est parvenu à prouver que les corps naturels sont ou décomposables ou indécomposables ; que ceux-ci peuvent être considérés comme simples, puisqu'ils se comportent comme tels dans toutes les expériences, et que les premiers doivent être regardés comme des composés ; qu'on ne connaît pas et qu'on ne connaîtra vraisemblablement jamais les premiers principes des corps, que toutes les opinions à cet égard sont de pures et vaines spéculations métaphysiques inutiles aux progrès de la science, et qu'il est nécessaire de s'en tenir sur ce point aux simples résultats des analyses, au rapport et à la différence réelle des produits qu'elles fournissent.

2. Ainsi toutes les productions de la nature que la chimie doit connaître, et sur la composition ou la simplicité desquelles elle est appelée à prononcer, peuvent être partagées en deux grandes classes : l'une, des corps simples ou indécomposés ; l'autre, des corps composés ou décomposables : ainsi les données générales de tous les travaux des chimistes les ont conduits à admettre parmi les corps des distinctions particulières et sur-tout différentes de celles qu'on adopte dans les autres sciences physiques, et spécialement dans l'histoire naturelle, parce qu'ayant un autre mode et d'autres instrumens que ces sciences pour interroger la nature, la chimie doit en recevoir d'autres réponses et ne pas se borner à observer et à classer ses productions par leurs propriétés physiques, sensibles, par les qualités de leurs masses et de leur volume, par les caractères visibles, extérieurs, comme on est obligé

de le faire dans l'étude de l'histoire naturelle, qui considère les corps dans leurs rapports de forme, de surfaces, de placemens ou d'habitations, d'états divers, de changemens périodiques, réguliers ou déterminés, pour apprendre à les connaître tels qu'ils sont, à les comparer les uns aux autres et à les coordonner méthodiquement.

3. Il est sans doute très-avantageux pour les méthodes d'histoire naturelle de partager toutes les productions du globe en trois grandes classes, les minéraux, les végétaux et les animaux; d'établir pour chacune de ces classes autant de *règnes* de la nature, le règne minéral, le règne végétal et le règne animal. Cependant ce partage a l'inconvénient de ne comprendre dans ces divisions ni la lumière, ni la chaleur, ni l'air atmosphérique, qui pourraient bien toutefois et par leur masse et par leur vaste influence former un quatrième règne modifiant, enveloppant, régissant même les trois autres; et d'exclure les couches des corps organisés ajoutés en fossiles à celles des minéraux ou du globe proprement dit. Tant que la chimie, si long-temps incertaine sur la nature comparée de ces grandes classes de corps, ne pouvait offrir aucunes considérations générales sur leur ordonnance, elle a dû suivre les erremens de l'histoire naturelle, s'attacher fidèlement à ses pas, admettre les mêmes classifications qu'elle : il ne lui était pas permis encore de voler, pour ainsi dire, de ses propres forces, et de s'élancer sans guide ou sans appui dans la connaissance des êtres.

4. Mais les découvertes sans nombre dont elle s'est enrichie depuis trente ans, les notions précises qu'elle a réunies sur la nature des corps, la clarté et la certitude de ses nouveaux résultats, l'heureuse révolution qui, de suivante en quelque sorte des autres sciences, comme elle l'a long-temps été, l'a tout-à-coup placée au devant d'elles, et l'a, pour ainsi dire, chargée de les éclairer de son flambeau et de diriger leur marche, exigent aujourd'hui un grand changement dans sa méthode, et lui permettent d'en créer une qui, différente de celle que

l'on suit en histoire naturelle et en physique, lui soit non-seulement particulière ou personnelle, mais encore rende sa marche plus assurée, son étude plus facile, en liant systématiquement les connaissances qui lui appartiennent.

5. Comme les corps naturels, en même temps que les produits de l'art, doivent être compris également dans cette classification chimique; comme celle-ci doit être primitivement fondée sur la nature simple ou plus ou moins composée de ces corps, je les renferme tous dans huit grandes divisions, dont chacune formant une classe particulière de corps chimiques appartiendra à une des sections de cet ouvrage, depuis la seconde jusqu'à la huitième inclusivement. La série de ces huit classes de corps chimiques est tellement disposée ou coordonnée dans cette nouvelle méthode, qu'elle conduit des matières simples aux moins composées, et de celles-ci aux plus composées, de sorte que les propriétés et les altérabilités de ces corps se multipliant à mesure qu'on avance dans leur étude, on trouvera plus de moyens et d'instrumens pour les apprécier et les concevoir, dans les connaissances acquises sur ceux qui auront précédé.

6. La première classe des corps chimiques comprend ceux qui n'ont pas pu être *décomposés*, que la nature présente ou séparés ou unis entr'eux, mais que l'art retrouve toujours inaltérés et inaltérables après les analyses, et qu'on pourrait sous ce point de vue regarder comme les vrais principes ou les élémens de tous les composés. On verra que ceux-ci, comme les premiers matériaux de toutes les productions naturelles, sont en grande quantité à la surface ou dans l'intérieur du globe. Leur histoire forme la seconde section de cet ouvrage, et suit la première section qui traite des généralités de la chimie, ou qui consitue l'introduction de la science.

7. La seconde classe des corps chimiques renferme les *composés binaires* les moins compliqués, qui sont tous le résultat de l'union des corps combustibles de la classe précé-

dente avec le principe qui s'y unit pendant leur combustion, et qui est également comprise dans cette première classe : ce sont tous des *corps brûlés*. Comme toutes les propriétés des corps placés dans la première classe tiennent à la combustion, qu'ils en sont ou des produits ou des sujets, il est extrêmement naturel et méthodique de ranger les corps brûlés, ou les composés qui résultent de leur combustion, immédiatement après les premiers : ces corps brûlés forment la troisième section de cet ouvrage.

8. Dans la troisième classe des corps chimiques, je place les terres et les alcalis, espèces de bases nommées *Salifiables*, parce que combinées avec les corps de la seconde classe elles constituent les sels proprement dits. Quoique la plupart de ces substances n'aient pas encore été décomposées, on a déja réuni trop de faits sur leur histoire et sur leur formation naturelle, pour ne pas penser qu'elles sont d'un ordre de composition binaire, et par conséquent voisines des composés précédens. Au reste, on discutera cet objet dans la quatrième section de ce traité qui leur est consacrée : d'ailleurs le nombre et l'importance des combinaisons qu'elles forment avec les corps brûlés exigent que ces bases soient placées immédiatement à la suite de ces derniers.

9. A la quatrième classe des corps chimiques appartiennent, par un ordre très-naturel, les *Sels* formés par l'union déterminée des corps brûlés de la seconde classe avec les bases salifiables de la troisième. Cette classe de matières très-multipliées aujourd'hui sera traitée dans la cinquième section de l'ouvrage.

10. La cinquième classe des corps chimiques est destinée aux substances métalliques, considérées en particulier et distribuées méthodiquement les unes par rapport aux autres. Traités d'abord d'une manière générale, et seulement dans leurs rapports avec les autres corps combustibles dans la première classe, comme matières simples, les métaux sont

trop importans pour tous les genres de connaissances ; ils forment trop de combinaisons utiles, et leur histoire serait trop inexacte et trop incomplette si on ne la faisait pas précéder de tous les corps examinés avant eux, pour qu'on ne leur donne point une classe spéciale dans une distribution chimique des productions de la nature. Cette cinquième classe composera la sixième section de ce traité.

11. Je range dans la sixième classe des corps chimiques les composés minéraux ou fossiles, pierreux ou métalliques, les pierres et les mines qui se trouvent dans l'intérieur du globe, et qui considérées comme des combinaisons chimiques naturelles, très-importantes à connaître, doivent former une classe particulière parmi les productions de la nature, lorsqu'on veut les étudier en minéralogiste. Mais tous ces corps fossiles trouvant leur place dans l'une ou l'autre des quatre sections précédentes, je n'ai pas dû en faire une section particulière de cet ouvrage.

12. Dans la septième classe des corps chimiques sont placés les composés végétaux, ou les matériaux des plantes, espèces de combinaisons plus compliquées que tous les précédentes, qui offrent et des principes plus nombreux, et des attractions plus multipliées, et des altérations plus variées ; leur connaissance conduit aux phénomènes, aux causes de la végétation et à la théorie de la physique végétale. Ils forment la septième section de cet ouvrage.

13. Enfin, la huitième et dernière classe des corps chimiques se rapporte aux composés animaux, dernier terme des attractions et des synthèses les plus compliquées, au-dessus des végétaux encore, bien plus altérables, bien plus variables qu'eux, dont les propriétés, exposées dans la huitième section de ce traité, éclairent la physique animale, et demandent, pour être bien connues, des notions exactes de tous les corps compris dans les sept classes précédentes.

14. Dans chaque classe de corps chimiques la série des

matières qui lui appartiennent sera déterminée par des propriétés intimes, par des caractères fondés sur leur nature comparée ou sur leurs attractions relatives, de manière que leur distribution même offrira le tableau systématique de toutes les connaissances que la science possède à leur égard.

15. Dans l'exposition théorique des propriétés, des combinaisons, des décompositions de tous les corps précédens, on verra constamment, comme j'ai déja eu occasion de le faire remarquer, que tous les phénomènes chimiques que ces corps présentent sont uniquement dus au jeu des attractions électives qui existent entre eux; et que plusieurs fois même je me suis servi avec avantage du rapport de ces attractions, pour disposer ou ordonner méthodiquement entre elles, les productions de la nature appartenant à quelques-unes de ces classes.

ARTICLE XII.

De la nomenclature et des signes ou caractères chimiques.

1. J'ai annoncé dans un des premiers articles de cette section, que la nomenclature chimique changée, depuis le succès de la grande révolution que cette science a éprouvée en 1787, différait sur-tout des noms anciens adoptés pour désigner les composés et leurs principes, en ce qu'elle offrait un système régulier, un ensemble méthodique des connaissances exactes que la chimie possédait. Il est indispensable de donner ici, après l'exposé de l'ordre que j'ai adopté pour en présenter les élémens, la marche que mes coopérateurs et moi avons suivie dans la formation de ce nouveau langage.

2. Le premier principe qui nous a guidés, a été de lier les mots aux choses qu'ils étaient destinés à représenter. Nous avons commencé à bannir de la nomenclature les mots qui étaient tirés des inventeurs, des propriétés médicales ou usuelles, et à plus forte raison des hypothèses qu'on avait

imaginées pour expliquer les faits mal observés, mal connus, et dont les rapports avec d'autres n'étaient point encore trouvés. Ainsi beaucoup de noms anciens, formés d'après des opinions alchimiques qui étaient des erreurs plus ou moins grossières, ont disparu dans les nouvelles dénominations.

3. La bisarrerie des noms anciens, leur source puisée dans toutes sortes de préjugés et d'hypothèses, leur incohérence et leur indépendance absolue, née des époques diverses où ils avaient été proposés et des idées différentes qui leur avaient donné naissance, formant de la nomenclature reçue jusque-là un assemblage irrégulier, un véritable chaos, qui embarrassait l'étude de la science; les auteurs ont d'abord senti dans leur travail, la nécessité de créer une nouvelle méthode qui pût lier entre eux tous les faits chimiques, et en présenter la série dans un ordre systématique, et voilà pourquoi on a donné au résultat de leur travail le nom de *nomenclature méthodique*.

4. Les noms qu'ils ont adoptés, en les empruntant souvent des anciens, et toutes les fois en général qu'ils n'exprimaient ni une erreur, ni une hypothèse insoutenable, ainsi que les mots qu'ils ont été obligés de créer pour exprimer des corps nouvellement découverts et inconnus aux anciens chimistes, sont en général courts; on a eu le plus grand soin d'éviter les circonlocutions et les espèces de phrases qu'on avait autrefois adoptées, et qui formaient un langage si difficile à retenir. La précision et la brièveté des nouvelles expressions les rendent faciles à prononcer et à écrire; et c'est un moyen de ménager le temps si précieux dans l'étude et dans la culture des sciences.

5. Les mots de la nomenclature méthodique sont en général toujours relatifs à la nature des corps qu'ils expriment, et ils n'ont de rapports ni avec l'inventeur, comme beaucoup en avaient autrefois, ni par conséquent avec les préjugés que les découvertes faites dans les temps alchimiques avaient entraînés nécessairement à leur suite. Lorsque la nature des corps qu'on

a voulu nommer n'était pas assez exactement connue, on a préféré de leur donner des noms insignifians, des noms qui n'exprimassent rien de positif, et qui ne pussent pas faire naître des préjugés; l'expérience prouve que ceux-ci jettent de si profondes racines et qu'on a tant de peine à les détruire ensuite, qu'on a dû éviter soigneusement les occasions d'en faire naître: aussi les noms insignifians ou peu signifians, sont-ils tirés ou de la matière primitive qui fournit le corps nommé, ou du lieu où il se rencontre, etc.

6. Les racines des noms nouveaux créés pour exprimer des corps également nouveaux ou inconnus des anciens chimistes, sont constamment prises dans la langue grecque. A l'avantage de n'avoir aucun rapport avec des mots déja connus et de ne pouvoir par conséquent être confondus avec les noms appartenant à des substances différentes, ils réunissent aussi celui d'offrir à l'oreille des sons doux, agréables, faciles à prononcer, quelquefois même harmonieux, et de se rapprocher ainsi du génie de la langue française dont la douceur et la prononciation facile en font l'idiôme le plus généralement répandu dans le monde. En empruntant d'ailleurs nos dénominations de la langue d'un peuple poli avec lequel les Français ont eu de tout temps la plus frappante analogie, en faisant parler à la chimie le langage des Aristotes et des Platons, c'est offrir à l'esprit une source féconde de souvenirs faciles, et montrer dans les mots d'une étymologie saillante la trace des idées qu'ils représentent, et dont ils sont ou la fidelle empreinte ou la simple contre-épreuve.

7. Toutefois, en puisant ainsi dans la langue des philosophes grecs les mots nouveaux dont on a été extrêmement sobre, puisqu'à peine en trouve-t-on six ou huit dans la nomenclature méthodique, ses auteurs ont toujours consulté en même temps le génie et la marche de la langue française; ce n'est point une servile imitation, ce n'est point une traduction simple des mots grecs qu'ils ont transportée dans leur langue.

Ces mots employés en partie seulement sont appropriés aux règles de la grammaire de leur pays. Ils n'étaient destinés qu'à rappeler quelques propriétés frappantes et bien caractérisées, et on n'y trouve de l'ancien idiôme d'Athènes que ce qu'il faut pour éclairer l'entendement de ceux qui les lisent ou les prononcent. Ils ne supposent que la plus legère et la plus simple connaissance des principaux mots grecs, telle que celle qui doit faire partie de l'éducation libérale d'un Français qui veut se livrer à l'étude et à la culture des sciences.

8. En général, les noms appliqués aux corps simples ou qui n'ont point encore été décomposés ne sont eux-mêmes que des mots simples ; chacun de ces corps n'est exprimé que par un seul mot, et c'est presque toujours celui qu'on avait déja adopté depuis long-temps. On s'est fait la loi de conserver scrupuleusement les noms anciens toutes les fois que la substance dénommée, connue depuis long-temps, n'offrait pas dans sa dénomination ancienne l'un des vices qu'on a voulu éviter. Quand elle s'en est trouvée tachée, on s'est souvent contenté de modifier le mot reçu pour en corriger le défaut, mais sans en altérer la nature assez pour qu'il ne fût plus reconnaissable. Il n'a été fait de mots nouveaux pour nommer des corps simples que dans le cas d'une nécessité absolue, c'est-à-dire lorsqu'entièrement inconnus autrefois, ces corps étaient les produits de nouvelles découvertes, et n'avaient conséquemment aucun nom dans l'ancienne nomenclature.

9. Les corps composés ont reçu en général des noms composés destinés à faire connaître le genre et la nature de leurs composans, de sorte qu'en les prononçant on exprime sans erreur et sans obscurité ce que sont les substances dont on parle, et l'on n'a point à faire de ces efforts de mémoire qu'exigeait autrefois la nomenclature chimique, lorsque les noms qu'elle contenait n'avaient aucun rapport ou qu'un rapport trop éloigné avec les corps dont on voulait parler.

10. Il y a cependant quelques composés trop compliqués dans

leur nature, et qui auraient exigé une trop grande accumulation de mots pour exprimer leur composition. Dans ce cas, comme on le verra pour les substances végétales et animales, on a pris le parti d'emprunter leur dénomination, ou des matières qui les fournissent, ou de quelques propriétés déterminées bien saillantes et susceptibles de les caractériser sans erreur.

11. Les noms chimiques ont encore dans la nomenclature méthodique un autre avantage ; c'est celui de n'être que peu multipliés, malgré le grand nombre de corps simples ou composés dont elle embrasse tout l'ensemble. Pour cela on y emploie le mode des terminaisons variées, destinées à exprimer les différens états des substances combinées, et qui sont disposées de manière à énoncer toutes les différences que l'on remarque dans leurs combinaisons. Ces terminaisons sont les mêmes dans les compositions analogues, et le son qu'elles font entendre suffit pour rappeler le genre de composition auquel chacune d'elle est appropriée.

12. La réunion des principes que je viens d'exposer forme un système de dénominations faciles à retenir, et dont l'ensemble offre dans la série des noms le tableau exact et fidèle des faits qui constituent toute la science. Il en résulte que le langage chimique composant la nomenclature méthodique est la simple expression des phénomènes, n'admet rien d'arbitraire, ne peut être regardé que comme la représentation des choses elles-mêmes ; il a de plus l'avantage de ne pas embrasser seulement les faits connus, mais de s'adapter encore avec une grande facilité à toutes les découvertes cachées dans le sein de la nature, comme le prouve la suite de celles qui ont été faites pendant onze années depuis 1787, époque de l'établissement de cette nomenclature, jusqu'au moment où j'écris ceci. C'est le premier exemple de la création d'une langue systématique et analytique dans une science. L'heureux succès qui en a suivi l'admission, permet d'espérer qu'on en fera une utile application aux autres sciences physiques ; et déja les essais

tentés dans les nomenclatures anatomique et minéralogique justifient cette première espérance.

13. Le système de nomenclature méthodique devait entraîner à sa suite le changement des signes ou caractères chimiques, dont l'usage est souvent si avantageux pour exposer brièvement les phénomènes et les résultats des expériences, pour faire une sorte de langue universelle et indépendante des idiômes divers, comme les lettres dans l'algèbre. Ils n'étaient dans l'ancienne chimie que des emblêmes mystérieux, que des espèces d'hiéroglyphes dont les alchimistes s'étaient servis pour envelopper et voiler leurs opérations. Nés de leurs opinions aussi erronées que singulières, ils en avaient et la fausseté et l'incohérence. Ils étoient fondés sur les signatures, les sympathies, sur de prétendus rapports entre les astres et les corps sublunaires, ou entre ces derniers eux-mêmes comparés les uns aux autres dans leurs propriétés les plus disparates : ils ne pouvaient donc être considérés que comme les représentations mensongères d'une foule d'hypothèses plus ou moins absurdes. Depuis long-temps, et sur-tout depuis l'époque où la chimie avait secoué le joug de l'alchimie, les physiciens ne s'en servaient qu'à regret, et se plaignaient sans cesse de leur fausseté ridicule. Le moindre de leurs défauts était de n'offrir rien de systématique, rien de comparable entre eux, et cette incohérence devenait plus frappante à mesure qu'on était obligé d'en ajouter quelques-uns pour exprimer des substances nouvellement découvertes, comme on peut le voir dans les tables d'attractions chimiques données par Bergman, dans lesquelles cet illustre chimiste avait cependant essayé d'assujettir la forme des caractères à quelque méthode. Cependant aucun chimiste n'avait pu changer ces anciennes signatures, ces emblèmes fantastiques, tant que la science également obscure et mystérieuse dans sa nomenclature ne leur fournissait aucune base solide pour opérer ce changement si desiré.

14. C'est encore un des bienfaits de la nomenclature métho-

dique que d'avoir non-seulement permis mais encore exigé impérieusement ce renouvellement des caractères ; elle seule, par sa marche systématique et régulière, a pu diriger dans la création de signes destinés à faire disparaître et à remplacer si avantageusement les hiéroglyphes anciens. Les citoyens Adet et Hassenfratz se sont chargés de ce travail au moment même où la nomenclature méthodique a été proposée, et ils l'ont exécuté avec toute la clarté, la simplicité et la méthode qu'on pouvait attendre de leurs lumières et de leur sagacité. Sans faire connaître ici ces signes, dont la description et l'explication seraient entièrement déplacées, je me contenterai de faire observer qu'ils sont absolument d'accord avec la marche de la nomenclature méthodique ; que les caractères pris dans des figures simples, la ligne droite, le demi-cercle, le cercle, le triangle, le quarré, posés de diverses manières, expriment les matières simples, que chacun de ces caractères forme un genre destiné à représenter un genre de corps analogues les uns aux autres, dont les espèces sont ensuite déterminées par leur position relative et par l'addition de la lettre initiale du mot qui appartient à chacune d'elles ; qu'en unissant ou liant deux de ces caractères simples les auteurs ont ainsi représenté des composés binaires dont l'image retrace même, par les dispositions respectives des deux signes alliés, la proportion de chacun de leurs composans ; qu'ainsi ils sont parvenus, par une méthode ingénieuse et simple, à résoudre la plus grande partie du problême important qu'ils s'étaient proposé ; savoir, de peindre par des figures et des emblèmes la nature simple ou composée des corps, leur ordre de composition ou le nombre de leurs composans, ainsi que la proportion générale de leurs principes constituans.

15. Ces signes simples, très-distincts, aussi faciles à reconnaître qu'à écrire, en formant une série méthodique et systématique de caractères chimiques, fondés sur les mêmes bases que la nomenclature, et destinés comme elle à représenter sans

arbitraire et sans hypothèse tous les résultats des expériences, ont aussi comme elle l'avantage d'offrir non-seulement ce qui est connu, mais encore de fournir par leur généralité et les dispositions variées dont ils sont susceptibles, des matériaux futurs, pour désigner des corps nouveaux, même parmi les substances indécomposées, à mesure que la science s'enrichira par de nouvelles découvertes. C'est sur-tout par-là qu'à l'instar des dénominations nouvelles, ces caractères se distinguent d'avec les hiéroglyphes anciens qui, n'ayant rien que d'hypothétique ou d'erroné, s'éloignaient de plus en plus de l'ordre systématique, à mesure qu'on était obligé d'en former quelques nouveaux pour exprimer des matières inconnues jusque-là.

SYSTÊME

DES

CONNAISSANCES CHIMIQUES.

SECONDE SECTION.

CORPS INDÉCOMPOSÉS.

SECONDE SECTION.

Des corps simples ou indécomposés.

ARTICLE PREMIER.

Considérations générales sur les corps simples ; leur dénombrement ; leur classification.

1. Tous les corps de la nature, considérés par rapport à la manière dont ils se comportent dans les opérations chimiques, se présentent à nous comme simples ou comme composés ; c'est-à-dire que ces derniers se prêtent à différens moyens d'analyse et laissent séparer des corps moins composés, que l'on nomme principes en les comparant à ceux d'où on les retire, tandis que les premiers, traités de la même manière, ne fournissent aucun principe plus simple qu'eux, et ne se laissent point analyser.

2. Ainsi, lorsqu'on prononce en chimie le nom de corps simples, on n'entend par là que des corps indécomposés. On ne peut pas prétendre que ces corps soient réellement simples en eux-mêmes, ou qu'ils ne soient pas formés d'élémens plus simples qu'eux ; on veut dire seulement que dans toutes les expériences de la science, ces corps se comportent comme simples, qu'on ne peut les décomposer par aucun moyen, qu'ils résistent à toute espèce d'analyse, et qu'ils ne peuvent être que combinés avec d'autres corps, ou éprouver seulement des suites de synthèses.

3. Les corps naturels, considérés sous ce point de vue, pré-

sentent aujourd'hui aux chimistes de grandes différences d'avec les opinions qu'ils s'en étaient autrefois formées. La plupart de ceux qu'on avait regardés autrefois comme simples et comme élémens de tous les autres corps, ne sont plus que des êtres plus ou moins composés, tandis que parmi ceux qu'on rangeait autrefois dans cette dernière classe, il s'en trouve aujourd'hui un grand nombre qui sont réellement indécomposables, et qu'on ne peut placer que parmi les corps simples.

4. Il ne faut pas donner à cette distinction établie dans la chimie moderne plus d'extension, plus de latitude qu'elle n'en a réellement, et prêter aux chimistes qui l'admettent, des idées qu'il n'ont point eues. Ils n'expriment véritablement par le mot de simples que le résultat d'un fait chimique qui prouve que ces corps résistent à toute analyse, et qu'ils ne font jamais qu'entrer dans des combinaisons. Ils ne les confondent ni avec les principes, ni avec les élémens des anciens chimistes ; il est vrai qu'ils ne traitent plus en particulier de ces principes ou de ces élémens, parce qu'ils ne trouvent dans la théorie qui les admettait autrefois que des idées vagues, hypothétiques, qui ne sont point d'accord avec la marche sévère du raisonnement et de la doctrine qui découlent de leurs opérations exactes.

5. Le nombre des corps qu'on n'a pas pu décomposer jusqu'ici s'élève à près de trente ; on verra même par la suite qu'il y en a encore plusieurs autres placés dans les sections suivantes, et qui pourraient être rangés dans la même classe en la portant alors à plus de quarante ; mais ces dix ou onze derniers, sans être décomposables, se rapprochent cependant d'une si grande série d'autres corps reconnus pour être composés, par leurs propriétés chimiques, qu'il n'est guère possible de les en séparer, et de ne pas espérer qu'on parviendra à les décomposer bien avant l'époque où ceux que nous comptons aujourd'hui parmi les corps simples pourront être connus dans leur nature intime, ou dans leurs dernières molécules constituantes.

6. Les corps simples ou indécomposables qui doivent être

rangés et examinés dans cette seconde section, sont la lumière, le calorique, l'oxigène, l'azote, l'hidrogène, le carbone, le phosphore, le soufre, le diamant, et les métaux qui comprennent vingt-une espèces différentes et distinctes les unes des autres. En plaçant immédiatement à la suite de l'oxigène et de l'azote, l'air atmosphérique qui est composé de ces deux bases, on a onze corps qui feront le sujet des onze articles suivans de cette section.

7. En comparant les uns aux autres les dix genres de corps simples dont on vient d'offrir le dénombrement la disposition respective et la dénomination, on voit que le plus grand nombre d'entre eux sont des matières combustibles ou inflammables, qu'un autre genre est uniquement et exclusivement nécessaire à la combustion des premières, qu'un troisième comprend une matière qui favorise la combustion ou qui la provoque, et qu'enfin un quatrième genre est presque toujours dégagé dans la combustion, et comme le produit de ce phénomène.

8. Ainsi tous les corps simples appartiennent à la combustion, soit comme en étant un produit, soit comme la favorisant, soit comme y servant immédiatement et nécessairement, soit en l'éprouvant par eux-mêmes ou en étant l'objet propre. Les uns en sont les phénomènes, ou les accessoires, les autres les conditions ou les sujets.

9. Il doit résulter de ces deux genres de considérations (n°. 7 et 8) que la combustion est un des plus grands et des plus fréquens phénomènes de la nature, puisque tout ce qui est relatif à l'histoire des dix corps simples lui appartient exclusivement. Aussi la chimie moderne, après avoir mis cette vérité dans tout son jour, a-t-elle fait de son étude une des bases principales de la science.

10. Le rôle qui est attribué à chacun des dix corps simples dans la combustion dont ils embrassent le vaste phénomène, est distribué dans l'ordre suivant. La lumière en est un des produits les plus constans, et c'est sa présence que la plupart

des hommes expriment par les mots flamme, inflammation, inflammabilité. Le calorique, outre qu'il en est presque toujours le produit, comme la lumière, la favorise, la fait naître, la provoque, la détermine, l'accélère. L'oxigène en est l'agent principal, la constitue par son indispensable nécessité pour qu'elle ait lieu. L'azote, l'hidrogène, le carbone, le phosphore, le soufre, le diamant et les métaux en sont la proie, le sujet, les véritables instrumens.

11. Il y a encore une autre considération importante sur l'ensemble et la comparaison des dix genres de corps simples, c'est celle qui est relative à la grande masse des uns, à l'espace immense qu'ils occupent dans le globe terrestre, et au peu d'abondance respective des autres, autant qu'à leur resserrement, à leur placement dans quelques points de la terre seulement. La lumière et le calorique occupent l'espace du monde entier et sont répandus par-tout; l'oxigène et l'azote composent l'atmosphère qu'ils remplissent; les six autres genres de corps simples, tous combustibles proprement dits, en beaucoup moindre quantité, et sur-tout sous un beaucoup plus petit volume que les premiers, sont cantonnés, disséminés, ou étroitement déposés dans quelques couches du globe.

12. Aussi les quatre premiers jouent-ils un rôle général et de tous les instans sur tous les autres corps naturels, aussi entrent-ils dans la composition d'une foule de productions, et peuvent-ils être regardés comme tenant, dans le nouveau système chimique, le même rang que celui qu'on donnait autrefois aux élémens; et cependant, rapprochés des quatre premiers sous le point de vue commun, plusieurs des six genres de corps simples suivans, quoique moins abondans que les précédens, peuvent et doivent également être considérés comme formant les bases et les élémens de la plupart des composés qui seront examinés dans les sections suivantes. Cette proposition est sur-tout applicable à l'hidrogène et au carbone, principes d'un grand nombre de compositions compliquées, et peut même s'étendre

encore au phosphore, au soufre et aux métaux que l'analyse chimique trouve dans beaucoup de composés minéraux ou fossiles.

ARTICLE II.

De la lumière.

1. La lumière étant le premier corps dont les propriétés doivent être examinées, ce doit être aussi celui dont l'histoire semble devoir être la plus courte, parce que les propriétés chimiques n'étant que le résultat de l'action intime d'au moins deux corps l'un sur l'autre, et aucun corps n'ayant été ni décrit, ni examiné avant la lumière, il n'y a encore aucun moyen, aucun agent, aucun réactif dont on puisse se servir pour en apprécier les caractères.

2. Cependant, outre quelques-unes de ses propriétés physiques dont il importe de tracer ici une légère esquisse, il est nécessaire de jeter un coup-d'œil général, non pas sur tel ou tel corps en particulier pour déterminer l'influence qu'y exerce la lumière, mais sur l'ensemble des corps naturels, afin de saisir dans son action générale ou universelle quelques effets constans qui puissent servir de caractères pour en estimer la puissance et les qualités distinctives.

3. Deux opinions partagent les physiciens et les philosophes sur l'origine de la lumière ; les uns, avec Newton, la font venir du soleil et des étoiles fixes, sans être embarrassés d'expliquer comment cet astre ne s'épuise pas, parce qu'ils le conçoivent par l'extrême subtilité du fluide lumineux ; les autres, avec Descartes et Euler, la reconnaissent dans un fluide, l'éther, mille fois plus rare au moins que l'air, qu'ils placent dans l'espace, et auquel l'extrême célérité du mouvement du soleil et des étoiles communique la rapidité de sa marche.

4. Dans l'une ou l'autre hypothèse, on admet généralement un fluide ; mais lorsqu'on regarde l'effet de la lumière sur nos

yeux seulement comme le produit de l'ébranlement ou des vibrations de ce fluide rare, ainsi que le son qui ne consiste que dans les ébranlemens ou vibrations communiqués à l'air par les corps sonores en mouvement, seconde hypothèse d'Euler, on s'éloigne manifestement des faits chimiques déja recueillis sur la lumière, qui prouve qu'elle agit comme un corps, et qu'elle obéit à la force d'attraction.

5. Dans l'exposé des propriétés de la lumière, outre la beauté du brillant spectacle qu'elle offre aux yeux dans les expériences auxquelles les physiciens la soumettent, tout semble être miraculeux soit relativement à la singulière ténuité de ce corps, soit dans l'inconcevable vîtesse dont il est animé, soit par rapport aux altérations qu'il produit dans la plupart des substances qu'il touche, qu'il pénètre ou qu'il traverse.

6. La marche prodigieuse de la lumière, calculée par les géomètres, est telle, qu'elle parcourt environ quarante mille myriamètres ou quatre-vingt mille lieues par seconde, vîtesse que l'homme a de la peine à concevoir, parce qu'il n'y en a aucune autre avec laquelle il lui soit permis de la comparer. Le son parcourt plus de trois cent vingt-cinq mètres par seconde, et la vîtesse de la lumière est, suivant Euler, neuf cent mille fois plus rapide encore ; elle arrive du soleil jusqu'à nous en huit minutes, et cependant, suivant le même géomètre, la lumière partie de l'étoile fixe la plus voisine de notre globe, qui en est à la vérité éloignée au moins quatre cent mille fois plus que le soleil, est à peu près six ans avant de parvenir jusqu'à nos yeux ; en sorte qu'une étoile, placée à cette distance, serait vue encore six ans après sa destruction, en supposant que celle-ci pût avoir lieu. Quel grand et beau sujet de méditations sur l'immensité de l'espace, de l'univers, des globes qui le parcourent, et de la durée des temps qu'ils mesurent dans leur marche silencieuse !

7. La lumière arrivée ou versée sur notre globe s'infléchit et se rapproche de la perpendiculaire à la surface ou au plan du

corps qu'elle traverse, quand elle passe d'un milieu plus rare dans un plus dense. C'est ainsi qu'on la condense par les lentilles, et l'on connaît ce phénomène sous le nom de réfraction. Il prouve que la lumière pèse ou est attirée par les corps, quoique nous n'ayons pas de balance assez exacte pour en déterminer la pesanteur.

8. Elle traverse certains corps qu'on nomme transparens, et elle éprouve dans leur intérieur une réfraction qui suit la raison de la densité de ces corps s'ils sont incombustibles, ou la raison composée de leur densité et de leur combustibilité s'ils sont combustibles. C'est par la mesure de leur force refringente que Newton a deviné, long-temps avant les découvertes expérimentales de la chimie, que le diamant était un corps combustible, et que l'eau contenait un principe inflammable.

9. Elle est arrêtée par la surface des corps opaques; réfléchie de cette surface, elle se meut de nouveau dans un sens contraire à son premier mouvement ou revient sur elle-même, sous un angle presque égal à celui de son incidence. C'est pour cela qu'on la croit le corps le plus élastique de la nature.

10. Non-seulement la visibilité de tous les corps et le spectacle de l'univers offert à l'homme, dépend de ce mouvement de la lumière de dessus leur surface, et de son intromission dans nos yeux, où elle porte l'image des objets sur la rétine, de manière à nous avertir et à nous convaincre de leur existence, de leurs formes variées, de leur distance respective; mais elle est encore la cause des couleurs sous lesquelles elle peint véritablement tous les corps dans la vision.

11. Quand la lumière passe à travers des corps transparens et denses, elle s'éparpille ou se divise en un grand nombre de rayons colorés de diverses nuances, qu'on rapporte spécialement à sept couleurs nommées primitives, et placées dans l'ordre suivant de haut en bas sur le spectre solaire, c'est-à-dire l'ensemble des bandes colorées que forme la lumière reçue dans une chambre bien obscure, passée à travers un prisme de verre,

et projetée sur un drap ou papier blanc. Ces sept bandes sont le rouge, l'orangé, le jaune, le vert, le bleu, l'indigo et le violet.

12. Cet effet de la coloration, car c'est à un éparpillement pareil de la lumière par la surface des corps colorés qu'elle touche qu'on attribue la couleur des corps opaques, dépend-il d'une décomposition de la lumière, comme quelques physiciens l'ont cru ? La lumière serait, dans cette hypothèse, un corps composé, et ne devrait plus être placée dans notre première section, ou au moins elle ne devrait pas y occuper la première place, comme le plus simple et le plus abondant des corps naturels. Mais aucun fait ne prouve encore cette prétendue décomposition de la lumière. L'opinion d'Euler, qui regarde la génération des couleurs comme le produit d'un mouvement ou de vibrations variées dans des rapports certains entre ces couleurs, ainsi que les tons qu'on distingue des sons, est bien plus d'accord avec les phénomènes.

13. D'après cette dernière idée, la surface des corps colorés, en recevant les rayons lumineux, leur communique, suivant la nature propre de ces corps, différens ébranlemens qui leur font produire dans nos yeux les sensations des diverses couleurs ; celles-ci sont entre elles dans des rapports de vîtesse et de sentiment si variées que les uns choquent et blessent l'œil, tandis que d'autres le soulagent et lui plaisent. Les peintres conçoivent très-bien ces rapports ou ces disparates, et c'est en se rapprochant des musiciens, par leur sentiment exquis à cet égard, qu'ils disent l'harmonie, les tons de couleurs.

14. Il arrive un effet semblable dans les corps denses transparens, et sur-tout dans les prismes que la lumière traverse. Ces corps, très-peu homogènes dans leurs molécules, agitent de diverses manières les rayons lumineux, et les ébranlent de manière à leur faire représenter, dans notre œil, les bandes colorées, qui ne sont que ces rayons mus avec des vîtesses différentes et proportionnelles entre elles. De là vient que les hétérogénéités

des couches, les bulles, les différentes épaisseurs, les corps étrangers transparens interposés entre les lames des verres et des pierres transparentes, font naître des iris, des reflets, des anneaux colorés. De-là encore les belles couleurs des bulles de savon, etc.

15. Il y a des corps opaques qui semblent repousser toute la lumière de leur surface, en communiquant à toute sa masse un mouvement égal et uniforme, ce sont les corps blancs et les corps brillans; d'autres au contraire semblent l'absorber toute entière, la retenir ou ne lui communiquer aucun mouvement, ou même arrêter le sien propre comme en l'enchaînant, ce sont les corps mats, obscurs; l'extrême de ce dernier phénomène est le noir, l'ombre, ou l'obscurité parfaite.

16. Quoique toutes les propriétés précédentes soient des propriétés physiques, plusieurs cependant, telles que la réfraction, la coloration forte et l'obscurité, se rapprochent des propriétés chimiques, parce qu'elles annoncent une attraction de composition entre la lumière et les différens corps qui contribuent avec elle à faire naître ces phénomènes.

17. Il n'y a aucune raison de douter que la lumière, comme tous les corps naturels, n'obéisse à cette force d'attraction, qu'elle n'entre dans la combinaison de plusieurs composés, et qu'elle ne se dégage dans plusieurs décompositions. Ainsi quand on la voit disparoître au sein des corps qu'elle traverse, comme lorsqu'un rayon éclatant touche sur une substance et en ressort beaucoup moins brillant, quand on la voit sortir au contraire du sein de l'ombre dans plusieurs opérations de chimie faites sur des corps obscurs et qui s'illuminent, s'éclairent, s'enflamment au moment même des combinaisons qui ont lieu, il faut en conclure que dans les premiers cas elle se fixe et se combine, tandis que dans les seconds elle se dégage, se met en liberté, et sort des composés que l'on forme. Telle est la cause générale de la flamme et de la phosphorescence.

18. On verra dans les articles suivans qu'elle s'échappe en

effet des entraves d'une de ses combinaisons naturelles les plus fréquentes pendant la combustion, et qu'elle disparaît, se fixe et se combine dans tous les cas où se présente le phénomène inverse de la combustion, que je nomme à cause de cela décombustion. Aussi une des expressions les plus utiles et les plus frappantes que je puisse employer, et dont je me servirai très-souvent pour représenter l'action et l'influence chimiques de la lumière, sera le mot débrûler.

19. Quand on ne pourrait point expliquer la manière dont la lumière agit sur les végétaux et sur la végétation, la plus légère attention aux phénomènes qui l'accompagnent et aux résultats qui la caractérisent, suffirait pour prouver qu'elle a une grande influence sur la production de ces phénomènes. Toutes les plantes qui croissent à l'ombre sont blanches, fades, aqueuses, insipides, comme leucophlegmatiques ou hydropiques; les agriculteurs les nomment dans cet état plantes *étiolées*. Les jardiniers mettent à profit cet effet de l'absence du soleil et de la lumière, soit en faisant croître les plantes dans des souterrains, soit en enveloppant leurs feuilles et les serrant les unes contre les autres, pour nous procurer des légumes blancs et tendres.

20. Toutes les plantes au contraire qui sont très-éclairées, celles sur-tout sur lesquelles le soleil verse ses rayons d'à-plomb, comme sous l'équateur, croissent plus rapidement, deviennent droites, solides, colorées, sapides et inflammables. Ces dernières sont en même temps très-odorantes et si âcres que beaucoup d'entre elles sont vénéneuses. On voit une différence analogue dans nos jardins et dans nos campagnes. Tandis que les plantes cachées sous l'herbe épaisse, sous l'ombre des forêts, ou sous les pierres, sont contournées, petites, minces, aqueuses et fades, les mêmes plantes sont dures, ligneuses, amères ou très-sapides lorsqu'elles croissent dans les campagnes ouvertes.

21. Il n'est pas moins évident que la lumière agit sur les animaux vivans, que la présence du soleil est nécessaire à l'entretien de leur vie et au soutien de leur santé; car outre l'exemple

de ceux des animaux qui recherchent avec empressement l'aspect de cet astre vivifiant, on sait que les hommes qui sont plongés long-temps dans les lieux fermés et obscurs, languissent, s'affaiblissent, perdent leur couleur, leur activité, leur énergie vitale, et que leur système absorbant se gorge de liquides que les vaisseaux blancs ne peuvent plus faire mouvoir avec la vîtesse convenable.

22. Il n'est pas ici question de déterminer quelle est la théorie de l'action qu'exerce la lumière sur les minéraux qu'elle débrûle, dont elle altère la couleur et la nature ; sur les végétaux dans lesquels elle produit la couleur verte, l'huile et la résine ; sur les animaux dont elle anime et soutient l'existence. Ce sera l'objet de plusieurs articles dans les sections suivantes. Il ne s'agit dans celui-ci que d'acquérir la preuve générale de l'influence chimique qu'exerce la lumière, et des attractions de composition auxquelles elle obéit ; je ne pense pas qu'il puisse rester le moindre doute sur cet objet d'après tout ce que j'ai présenté jusqu'ici. Il n'est donc pas possible de croire avec Euler que la lumière ne consiste, comme le son, que dans les vibrations de l'éther, produites par le mouvement du soleil et des étoiles fixes, car on essayerait en vain de produire avec le son des effets chimiques analogues à ceux que fait naître la lumière.

ARTICLE III.

Du calorique.

1. La matière qui produit la chaleur et que les chimistes nomment calorique, est avec la lumière le corps naturel le plus abondamment répandu dans l'espace ou dans l'univers. Il doit donc jouer un très-grand rôle dans les phénomènes du monde. Aussi les philosophes l'ont-ils considéré, dans tous les temps, sous les noms de feu, de chaleur, de matière de la chaleur, comme le sujet de leurs plus profondes et de leurs

plus sublimes méditations. Ils l'ont presque regardé comme l'ame de l'univers, comme le premier moteur d'une foule de mouvemens, comme la source générale de toute mobilité, de toute liquidité et fluidité, de l'élasticité, de la vie même. Sans lui, suivant eux, il n'y aurait qu'inertie, repos et mort. C'est par ces raisons qu'il est placé le second des corps naturels dans l'ordre que j'ai adopté.

2. Il est bien reconnu que ce qu'on nomme chaleur, est l'expression d'une sensation produite par un corps particulier; que ce mot chaleur ne peut donner qu'une idée vague et indéterminée, puisqu'il n'y a rien qui varie autant que nos sensations; que cependant tous les hommes conviennent que l'abondance du principe calorifiant, appliqué ou accumulé dans nos corps, excite l'échauffement, tandis que sa diminution ou sa soustraction occasionne le réfroidissement. C'est ce principe, susceptible d'augmentation ou de diminution dans les corps, qu'on désigne par le nom de calorique.

3. Les philosophes et les physiciens ont été partagés d'opinion entre eux sur la cause de la chaleur; les uns n'y ont vu que la suite d'un mouvement excité dans les molécules des corps; les autres l'ont attribuée à un corps existant par lui-même, et les chimistes qui en étudient la marche, qui en déterminent jusqu'à un certain point la quantité, ou au moins la proportion dans divers systèmes de corps comparés, qui en estiment même les attractions diverses, ont mille moyens d'accumuler les preuves de cette seconde opinion. C'est à eux que l'on doit le mot calorique, fait pour distinguer le corps qui produit la sensation, d'avec la sensation elle-même ou la chaleur qu'il excité.

4. En physique, on étudie spécialement les propriétés comme on montre la présence du calorique par l'écartement des molécules de tous les corps qu'il produit en s'insinuant entre elles; on prouve qu'il pénètre tous les corps, qu'aucun ne peut lui opposer d'obstacle; que comme tous les fluides il tend à l'équi-

libre ou au niveau ; qu'il dilate les solides, qu'il raréfie les liquides ; que la dilatation des premiers, opérée par son moyen, amène leur liquefaction ; que la raréfaction des seconds se termine par la fluidité élastique ; qu'en quelque quantité qu'on l'accumule dans les corps, il n'augmente pas leur pesanteur absolue ; qu'il diminue leur pesanteur spécifique en augmentant leur volume, et qu'on peut exprimer jusqu'à un certain point la proportion du calorique par la mesure d'expansion ou par la dilatation qu'éprouvent les solides et les liquides. Cette dernière méthode est la pyromètrie et la thermomètrie, parce que les instrumens qu'on y emploie sont nommés pyromètres ou thermomètres.

5. En chimie on a quelques idées plus exactes et plus positives sur cette première propriété du calorique ; on regarde son action dilatante ou raréfiante comme l'effet de l'attraction, comme une véritable combinaison ; on observe que le calorique, à mesure qu'il pénètre et dilate les corps, se combine réellement avec eux, sur-tout quand il les fait changer d'état, c'est-à-dire quand il les fait passer de l'état solide à l'état liquide, ou de celui-ci à l'état fluide élastique ; qu'ainsi pendant la fusion des solides, ceux-ci restent constamment à la température ou à l'état d'échauffement qu'ils avaient acquis avant de se fondre tant qu'ils ne sont pas complettement fondus ; que de même lors de la formation des vapeurs, les liquides ne continuent point à s'échauffer tant qu'il y en a une dernière portion sous la forme liquide ; que cette station de température est due à ce que le calorique qu'on introduit et qu'on accumule dans les corps s'y fixe réellement, s'y combine de manière à ne pas prendre la forme ou l'état de chaleur, jusqu'à ce que ces corps en étant saturés ne soient plus que traversés par le calorique qu'on y ajoute et qui en sort alors sous la forme de chaleur.

6. Les chimistes ont les mêmes idées sur ce qu'on nomme propriété conductrice du calorique, c'est-à-dire sur la promp-

titude avec laquelle certains corps se laissent pénétrer par le calorique ou s'échauffent, et la lenteur avec laquelle elle traverse certains autres qui sont alors très-longs à s'échauffer. En admettant que les premiers, comme bons conducteurs du calorique, reçoivent beaucoup plus facilement ce principe entre leurs molécules, et qu'ils le retiennent bien moins facilement que les secondes, ils attribuent cet effet à leurs attractions chimiques; et en effet, la propriété conductrice paraît suivre la raison de l'altérabilité des corps par le calorique; ainsi un cilindre de charbon qui peut être tenu dans les doigts, à peu de distance du point où il est rouge, sans les brûler, n'est presque point dilatable, ni fusible, ni volatil, et un cilindre de métal qui s'échauffe promptement dans toute sa continuité, se dilate beaucoup, se fond, se volatilise par l'action continuée du feu.

7. Ce n'est point en raison directe de la rareté des corps ou inverse de leur densité que les corps sont dilatables par le calorique, comme les physiciens l'ont cru pendant long-temps. Depuis qu'on a fait des expériences exactes sur la dilatabilité des solides, sur la raréfiabilité des liquides, et sur l'expansibilité des gaz par le calorique; depuis que la nature, la fabrication, les vraies propriétés et l'usage des thermomètres sont mieux connus, on sait que cette augmentation de volume dans les corps par le calorique qui s'y introduit dépend de l'attraction qu'ils ont avec lui, et du genre d'altération qu'il est capable de leur faire éprouver. Ainsi un métal, comme fusible, est plus dilatable qu'une pierre moins fusible que lui ou infusible; l'alcool, liquide, inflammable et très-volatil, est plus raréfiable que l'eau qui est beaucoup moins volatile que lui, etc.

8. On a découvert, par des expériences modernes, que pour échauffer des corps différens au même degré, il fallait accumuler dans chacun d'eux des quantités différentes de calorique, ou, ce qui est la même chose, que des corps divers, élevés à une même température, ne contenaient pas la même quantité

de calorique ; en sorte que les thermomètres n'indiquaient pas réellement la véritable proportion de ce principe dans les corps, comme on l'a cru long-temps. Ainsi, ce qu'on nomme la température des corps ne donne point la mesure de leur calorique, mais seulement le degré de dilatation, que celui qu'ils contiennent en liberté est susceptible de faire prendre au solide ou au liquide dont les thermomètres sont formés.

9. Pour bien concevoir cette importante propriété des corps par rapport au calorique, il faut distinguer ce dernier dans deux états ; l'un où il est libre, chaud, constituant alors ce que nous nommons la chaleur, pénétrant à la vérité les corps, mais les parcourant librement, les traversant plus ou moins vîte et abandonnant alors ceux où on l'aurait accumulé dans cet état pour se porter sur les corps voisins qui en contiendraient moins ; l'autre, où il est combiné, caché ou latent, sans témoigner sa présence au thermomètre. Quand on expose un corps quelconque au calorique, ou il est susceptible de se combiner avec lui en différentes proportions, ou il n'en est point susceptible. Les premiers corps étant beaucoup plus nombreux que les seconds, dès qu'on en échauffe la plupart, le calorique qui les pénètre et les dilate se combine en plus ou moins grande quantité avec leurs molécules ; une portion reste toujours libre, et une autre devient latente ; en sorte que ces deux portions variant toujours dans leur rapport entre elles suivant les différens corps, c'est de là que vient la différence entre la marche thermométrique et la vraie quantité de calorique contenue dans les corps.

10. On a voulu expliquer cette propriété, en supposant que les molécules du calorique qui s'interposent entre celles des corps, ou dans leurs pores intermoléculaires trouvaient ces pores plus ou moins nombreux et variant de même en grandeur ; de sorte que regardant cette introduction du calorique par rapport aux corps, comme la contenance d'un vaisseau par rapport aux liquides dont on les remplit, on a désigné

cette propriété de contenir plus ou moins de calorique, et d'en exiger des quantités différentes pour parvenir à la même élévation de température, *capacité* de chaleur ou capacité pour le calorique. Telle est l'idée simple qu'en a donnée Lavoisier dans son traité de chimie.

11. Mais si la capacité des corps pour le calorique, n'était que la mesure de leur contenance, et ne dépendait que du nombre et de la grandeur de leurs pores, il s'en suivrait nécessairement que la légéreté serait un indice certain de cette capacité; et rien ne serait plus faux que cette conclusion, car on connaît en chimie beaucoup de corps solides qui contiennent plus de calorique spécifique que certains fluides élastiques.

12. Tout annonce au contraire que cette capacité est le résultat d'une force chimique, de l'attraction des molécules du calorique pour les molécules des différens corps, et du changement qu'éprouvent ces deux genres de molécules par leur rapprochement et leur condensation réciproque plus ou moins grands, suivant leur attraction respective. Quand le calorique s'introduit dans un corps, il commence par écarter ses molécules, parce que les siennes propres se logent entre celles du corps, et y agrandissent, par leur ressort, les espaces qui les séparent; mais bientôt en s'y accumulant elles y éprouvent une compression d'autant plus forte que l'attraction qui existe entre les molécules de ce corps et celles du calorique est plus grande. Ainsi, la quantité accumulable suit la raison de son attraction, pour les molécules qu'elle pénètre, et la capacité pour le calorique dans les corps n'est que la première expression de leur attraction pour ce principe.

13. Cet effet d'écartement des molécules des corps par le calorique et de la compression des molécules propres du calorique entre celles des corps où il s'accumule, annonce une grande élasticité et un grand ressort dans ces dernières molécules. Aussi les physiciens et les chimistes modernes regardent-ils le calorique comme la matière la plus élastique, la plus com-

pressible, la plus dilatable qui existe dans la nature ; aussi se servent-ils de cette propriété pour expliquer l'élasticité, la compressibilité et le ressort communiqué dans un si haut degré à tous les corps par l'accumulation du calorique.

14. Comme la capacité pour le calorique varie dans les différens corps, et comme d'après cela chaque corps, quoiqu'élevés tous à la même température, contiennent des quantités différentes de calorique, on a nommé ces rapports de quantité dans les corps *calorique spécifique*. On les mesure 1°. en mêlant, d'après la méthode de Crawford, deux corps au même état, c'est-à-dire tous deux solides ou liquides, après les avoir inégalement échauffés, et en tenant note de la température qu'ils prennent ; la différence entre cette température acquise par le mélange, et celle que chacun d'eux avoit auparavant donne le rapport de leur capacité ; mais il faut, pour cela, que ces corps n'agissent point chimiquement l'un sur l'autre ; il faut de plus empêcher qu'une partie de leur calorique ne soit enlevée par les vases où l'on fait l'expérience : d'où il suit que cette méthode est souvent infidèle, et plus souvent encore impraticable. 2°. Le procédé de la Place et de Lavoisier est beaucoup plus utile ; il consiste à échauffer différens corps au même degré thermométrique, à les plonger ensuite dans un instrument qu'il faut se représenter comme une boule de glace ou d'eau solide creuse, à les y tenir jusqu'à ce qu'ils aient pris la température de 0, et à noter la quantité de glace que chacun d'eux a fait fondre pour parvenir à cet abaissement uniforme. La différence de cette quantité donne le rapport du calorique spécifique contenu dans chaque corps. L'instrument qui sert à cette précieuse opération est nommé *calorimètre*, et la méthode de s'en servir *calorimétrie*.

15. En multipliant les expériences de calorimètrie, les chimistes modernes se sont convaincus que les corps varient de capacité pour le calorique en changeant d'état, c'est-à-dire en passant de l'état solide à l'état liquide, et de celui-ci à l'état

gazeux. C'est pour cela que deux portions égales du même corps dans le même état, deux hectogrammes, par exemple, d'eau liquide, échauffés inégalement, l'un à trente degrés du thermomètre, et l'autre à dix, prennent dans leur mélange exact, la température moyenne des deux, c'est-à-dire vingt degrés ; tandis que d'égales quantités du même corps, mais dans deux états différens, l'un solide et l'autre liquide, échauffés inégalement, s'éloignent plus ou moins après leur mélange de la moyenne. Ainsi, un hectogramme de glace, d'eau glacée à o, et un hectogramme d'eau liquide à soixante degrés, donnent o de température.

16. Toute quantité de calorique, qui étant libre et donnant de la chaleur, disparaît dans les combinaisons et ne donne plus la même température, comme dans le dernier résultat cité n°. 15, entre elle-même dans une combinaison, perd sa propriété caractéristique, ne traverse plus les autres corps, ne fait plus monter les thermomètres, et a passé de l'état de liberté à l'état de composition ; ce calorique, de libre qu'il était, est devenu latent, suivant les ingénieuses et premières expressions de Black. On peut le mesurer, comme dans son état opposé, mais par des moyens plus compliqués, ou par des procédés moins immédiats. Il s'annonce par l'abaissement de température ou le réfroidissement qui accompagne toutes les combinaisons où le calorique s'engage ainsi.

17. Tout calorique qui, de latent ou combiné qu'il était, passe à l'état de calorique libre, de calorique sensible au thermomètre et mesurable par la quantité de glace qu'il peut fondre, est le produit de la destruction d'une première combinaison, d'un changement d'état chimique dans les corps ; il faut en tenir une note exacte, compter ce dégagement parmi les produits, et en déterminer le plus exactement la proportion par les procédés de la calorimètrie.

18. En notant exactement la proportion de calorique qui disparaît ou se combine, et celle qui se montre ou se sépare

dans les combinaisons, et en les comparant entre elles dans un grand nombre d'opérations différentes, on a obtenu trois résultats également importans pour la théorie chimique. A. Le calorique suit, comme tous les corps, les lois constantes de l'attraction de composition, et a, pour les corps différens, diverses attractions électives. B. Les corps, en se combinant, changent de capacité pour le calorique, c'est-à-dire contiennent après leur combinaison des quantités de calorique différentes, tantôt plus grandes, tantôt plus petites qu'ils n'en contenaient auparavant. C. Toutes les fois que, dans le changement d'état des corps ou dans des combinaisons, il y a diminution de chaleur libre ou absorption de calorique, la quantité diminuée ou absorbée reparaîtra toute entière lorsque ces corps repasseront à leur premier état, ou lorsque les combinaisons seront détruites; et réciproquement toutes les fois que dans un changement d'état ou une combinaison il y a augmentation de chaleur ou dégagement de calorique, cette chaleur disparaîtra, ou ce calorique sera absorbé lors du retour des substances à leur état primitif. En généralisant encore ce résultat, Lavoisier et Laplace, aux travaux desquels il est dû, l'expriment ainsi; toutes les variations de chaleur qu'éprouve un système de corps, en changeant d'état, se reproduisent dans un ordre inverse, lorsque le système revient à son premier état.

19. Tout ce qui précède prouve que le calorique n'est point une simple modification des corps, que la chaleur ne consiste pas, comme l'avaient pensé quelques philosophes, dans le mouvement plus ou moins rapide des molécules des corps, qu'il existe comme corps particulier, non pondérable, très-élastique, très-compressible, très-dilatable, obéissant à l'attraction de composition, entrant sans cesse dans des combinaisons, ou se séparant dans d'autres; saturant les corps à sa manière; changeant leur état et leurs propriétés, ne se mettant en équilibre, comme on l'a dit, que dans des corps qui en sont déja saturés, changeant sans cesse de

dimension et de volume, ayant lui-même un mouvement ou une vîtesse très-variables, suivant toutes les impressions qu'il reçoit, toutes les attractions dont il est sans cesse agité; répandu dans l'espace avec une immense libéralité par la nature, et jouant un grand rôle dans tous les phénomènes.

20. Lorsque le calorique se développe en quelque sorte par le frottement, jusqu'au point d'exciter une vive chaleur, comme cela a lieu entre des pierres, des métaux, des tissus ligneux, c'est un mouvement rapide qu'on lui communique, c'est son ressort qu'on met en action par la pression; l'idée qu'on en donne, en comparant sa sortie de ces corps à l'eau qu'on exprime d'une éponge, est très-éloignée de bien représenter ce qui arrive, à cause de l'incompressibilité de l'eau, qui est ici la cause de son écoulement, pendant la compression de l'éponge; tandis que dans l'autre cas, c'est le calorique lui-même qui, plusieurs millions de fois plus compressible que l'éponge, se rétablit promptement par son ressort et s'élance hors du corps dont les molécules, peu considérables par rapport aux siennes, imitent plutôt l'eau contenue dans l'éponge, que l'éponge elle-même.

21. Il n'est pas nécessaire pour concevoir les propriétés du calorique d'y supposer la force répulsive avec quelques physiciens modernes, à moins que l'admission de cette force ne soit regardée comme l'expression du ressort incalculable dont jouit le calorique. Mais il est plus utile de s'occuper de sa nature propre et de chercher s'il diffère de tous les autres corps connus ou s'il se rapproche de quelques-uns; en un mot, de fixer avec précision ce qu'on sait sur la nature intime du calorique; sans cependant retracer ici toutes les hypothèses qu'on a imaginées sur cette partie de la physique, long-temps livrée à la seule puissance de l'imagination, avant qu'on eût trouvé des procédés susceptibles d'éclairer les physiciens et de dissiper les hypothèses auxquelles ils s'étoient abandonnés.

22. Tant que par le mot générique feu on a confondu les

effets de la chaleur, de la raréfaction, du mouvement, de la lumière, et même ceux plus éloignés encore ou plus indépendans du sujet qui appartiennent aux corps combustibles qu'on croyoit tantôt recéler, tantôt produire le feu, on a constamment représenté, ou plutôt l'on s'est figuré ce corps comme composé de particules très-tenues, très-mobiles, toujours agitées, toujours attaquant tous les autres corps qui devenaient en quelque sorte sa proie et son aliment. Mais toutes ces idées n'étaient rien moins qu'exactement applicables au calorique. Lorsqu'on a imaginé le feu fixé ou combiné dans les corps, auquel Stahl a donné, dans cet état, le nom de *phlogistique*, et que Macquer a depuis fait considérer comme la lumière, on n'a pas moins commis une erreur, car dans la plupart des cas le calorique joue un rôle entièrement opposé à celui que les Stahliens ont attribué au phlogistique. Lorsqu'on considère deux illustres chimistes, Schéele et Bergman, attribuant à la chaleur et à la lumière une nature très-composée, et admettant, même sur leur composition comparée, une proportion diverse de deux principes qu'ils avaient cru en extraire, ou avec lesquels ils avaient pensé les composer de toutes pièces, comme j'aurai occasion de le redire encore, on reconnaît, ainsi que l'a dit Euler à l'occasion de Newton lui-même, par rapport à l'émission de la lumière du soleil, qu'il n'y a pas d'opinion erronée, extraordinaire et même absurde, qui ne puisse se glisser dans l'esprit des philosophes les plus profonds et des génies les plus sublimes.

23. Mais la comparaison que les physiciens les plus modernes, et sur-tout mon illustre ami Monge, ont établie entre le calorique et la lumière, au point de faire regarder ces deux effets comme le produit de deux modifications du même corps, mérite beaucoup plus d'attention. Elle est fondée sur un grand nombre d'expériences; elle explique naturellement et simplement la plupart des phénomèmes; elle est d'accord avec la sublime économie de la nature, qui multiplie les effets beaucoup plus que les corps qui les produisent.

24. Dans cette opinion, que je ne dois cependant présenter avec son premier auteur que comme une hypothèse, parce qu'elle n'est pas assez rigoureusement prouvée pour être comptée au nombre des faits exacts, le calorique et la lumière sont pour ainsi dire deux états ou deux modifications du même corps, le feu lui-même; dans le premier il est plus divisé, plus éparpillé, doué d'un mouvement plus lent, il frappe moins les corps, il les meut moins vivement, il faut qu'il s'y accumule peu à peu pour y produire des effets sensibles : dans le second il est plus dense, plus actif, plus rapidement agité ; il frappe les corps avec énergie, il y produit un effet quelconque au premier choc.

Le feu se dégage et se montre comme chaleur quand il est chassé doucement ou lentement des corps dans la composition desquels il entrait ; il brille comme lumière, quand il sort brusquement des composés, quand il s'élance très-comprimé de leur sein, quand il a reçu un mouvement accéléré.

25. Suivant cette hypothèse ingénieuse le calorique peut devenir lumière, et la lumière calorique réciproquement; il suffit pour cela que le premier prenne plus de rapidité dans son mouvement, et que la seconde se ralentisse. C'est ainsi qu'en comprimant fortement des corps chauds, en les frappant à coups redoublés on les fait rougir ou on les rend lumineux; c'est ainsi que dans presque toutes les expériences de la chimie, comme dans les phénomènes de la nature, le violent échauffement est voisin du point de l'inflammation, et en est regardé comme le premier degré, comme le préliminaire nécessaire. Ainsi dans une décomposition chimique la matière du feu peut se dégager sous ces deux formes à la fois, et la proportion de lumière et chaleur qui se développent dépend de la quantité de mouvement imprimée à cette matière, comme des différens degrés de force ou d'énergie qui caractérisent les diverses époques de cette décomposition.

26. Les effets individuels produits, soit en physique soit en chimie, par la lumière et le calorique, effets qui ont engagé à

les distinguer l'un de l'autre, ne forment point, comme on l'a pensé, une objection réelle contre leur identité de nature, et quoiqu'ils doivent suffire pour en traiter en particulier et l'un après l'autre, pour les regarder même comme deux réactifs différens, puisque dans ces deux états cet agent peut jouer un double rôle de réaction et devenir un instrument double d'analyse; il est facile d'expliquer par la rapidité diverse du mouvement de la matière primitive qui les constitue, par la manière variée dont elle frappe les corps et tend à les dénaturer, la diversité même des résultats qu'on en obtient, soit dans l'état de lumière, soit dans l'état de chaleur.

27. On trouve de plus dans l'admission de cette ingénieuse hypothèse, l'explication facile de plusieurs phénomènes qui, sans elle, seraient encore restés inexpliqués jusqu'ici.

Dabord si le calorique, par lui-même, n'est pas réellement chaud, on conçoit facilement comment il devient chaleur par le mouvement d'expansion et de ressort qu'on lui communique toutes les fois qu'on le comprime, et comme c'est de tous les corps le plus compressible, la moindre pression suffit en effet pour lui communiquer le mouvement. C'est ainsi qu'en frottant ou en frappant une pierre, un métal, un bois, on comprime les molécules du calorique logées dans leurs pores, on met en action son ressort, et on les fait paraître en chaleur plus ou moins sensible, plus ou moins intense.

Un second phénomène également inapprécié jusqu'ici, c'est ce que Schéele a nommé ardeur ou chaleur rayonnante; c'est cette chaleur vive et forte qui se dégage d'un brasier bien ardent, qui s'en projette en tous sens comme par rayons, qui n'est point dérangée par les courans d'air, qui ne se dilate pas, ne se combine point avec lui, qui ne vaporise pas l'eau et qui est réfléchie par les corps transparens ou les verres sans les traverser au moins rapidement. On voit ici le calorique dans un mouvement plus violent et plus rapide que celui qui le constitue chaleur ordinaire, commençant pour ainsi dire à

prendre les caractères de la lumière et susceptible d'être réfléchie comme elle, et avec elle par les plaques métalliques polies. Aussi Schéele la désigne-t-il comme ayant des rapports avec la lumière sans être tout à fait de la lumière, et la distingue-t-il soigneusement de la chaleur proprement dite qui, combinée avec l'air, s'échappe avec lui par les tuyaux des poëles et des cheminées.

28. Les effets si nombreux et si variés du calorique dans les phénomènes de la nature se renouvellent à chaque instant dans les procédés des arts, et sont sur-tout mis à profit par les chimistes qui en font un fréquent usage pour les apprécier à leur juste valeur et savoir conséquemment les employer avec discernement à chaque opération ou expérience dans laquelle ils peuvent jouer un rôle, il faut déterminer avec précision la manière générale et particulière d'agir du calorique sur les différens corps naturels. On a déja fait remarquer plus haut qu'en s'interposant entre les molécules intégrantes des corps, le calorique écartait ces molécules et dilatait les solides. Cet écartement ne peut se faire sans diminuer l'attraction des molécules ; et lorsque cette diminution est portée à un certain point, le corps perd sa solidité, il devient fluide, il coule et l'on voit comment les chimistes s'en servent pour les fusions, les liquations, qu'on peut regarder comme l'époque où par l'intromission de ce corps, sa force expansive l'emporte sur l'attraction des molécules entre elles, de manière que la solidité est détruite. On peut encore considérer la fusion comme une combinaison du solide avec le calorique, et c'est pour cela que tant qu'il y a une portion quelconque solide et qui a besoin d'absorber encore du calorique pour se fondre, la température ou la chaleur n'y augmente pas, parce que ce qui arrive de calorique se combine avec la portion encore solide.

29. En continuant à accumuler le calorique dans un corps déja liquide, dont les pores en admettent une plus ou moins grande quantité, ce calorique comprimé se combine plus

intimement et plus profondément avec les molécules des corps; il continue à les écarter, à diminuer leur attraction réciproque; enfin sa proportion devenant considérable il dissout complettement ces molécules, il les rend invisibles, il les vaporise, leur donne la fluidité élastique et les convertit en gaz. Les gaz ou fluides élastiques, tels que l'air, peuvent donc être définis des dissolutions dans le calorique qui est la cause de leur indivisibilité, de leur rareté, de leur compressibilité, de leur expansibilité; c'est ainsi que les chimistes emploient la chaleur pour évaporer, réduire en vapeur, fondre en gaz, sublimer, distiller les différentes matières qu'ils veulent faire passer à ces différens états.

30. Dans les opérations diverses dans lesquelles on peut regarder le calorique comme un véritable dissolvant, il exerce une attraction d'autant plus forte sur les matières qu'il tient en dissolution, qu'il y est employé plus abondamment et que les dernières molécules qu'on y ajoute compriment et attachent en quelque sorte plus fortement les premières molécules qui y ont été introduites. De là vient que l'adhérence que contractent dans ce cas les molécules des différens corps pour celles du calorique allant jusqu'à diminuer leur attraction pour celles des autres corps, il en résulte que souvent la gazéité ou l'état gazeux communiqué par le calorique devient un obstacle à la combinaison avec d'autres corps dans ceux qui en jouissent, et que c'est un moyen d'isoler les principes d'un composé, que de les mettre dans cet état.

31. Mais si au lieu d'accumuler le calorique dans les corps de manière à les fondre en gaz, et à les combiner intimement avec ses propres molécules, on ne fait qu'écarter les leurs, de manière à diminuer entre elles l'attraction d'aggrégation, alors on augmente en même proportion leur attraction pour d'autres corps, et l'on favorise l'attraction de composition. C'est ainsi que l'emploi de la chaleur est si fréquent et si utile dans les laboratoires de chimie pour opérer des dissolutions,

des digestions, des infusions, et une foule d'autres phénomènes synthétiques, dans lesquels on a pour objet d'unir et de combiner des corps divers les uns avec les autres. C'est toujours et dans tous les cas, comme détruisant l'aggrégation que le feu facilite ces combinaisons.

32. Souvent lorsqu'on applique le calorique à des corps composés, il se trouve que les molécules de cet agent ont pour quelques principes des composés une attraction plus forte que celle qui tient ces principes réunis entre eux. Dans ce cas les principes fusibles, volatiles, susceptibles de se fondre en gaz dans le calorique, obéissent à cette attraction particulière, et en s'isolant des autres qui ne sont pas susceptibles de la même combinaison avec le calorique, opèrent la décomposition des composés. C'est ce qu'on observe très-souvent dans les évaporations, les sublimations, les grillages, les calcinations, les distillations, etc. Lorsque peu de principes se volatisent ainsi séparément et sans se combiner entre eux, en quittant d'autres principes fixes peu nombreux qui ne s'unissent pas non plus les uns avec les autres, ou mieux encore lorsqu'on traite par le calorique un composé binaire, qui n'est formé que d'un corps fixe et d'un corps volatil, on a une décomposition simple ou vraie pour résultat de son opération.

33. Mais si le calorique, appliqué à un composé compliqué, agit très-diversement sur ses différens principes, s'il tend à en volatiliser plusieurs à la fois, à favoriser leur union dans une autre proportion et dans un autre ordre, s'il laisse de même réagir isolément les uns sur les autres leurs principes fixes, de manière à former en dernier résultat d'un premier composé plus au moins compliqué plusieurs autres composés différens du primitif et différens entre eux, alors naît par son effet la décomposition complexe ou fausse, et cela arrive souvent dans les analyses par le feu, dans les désiccations fortes, dans les calcinations prolongées, dans les opérations longues, dans les distillations à la cornue. On observe encore la

même cause et le même résultat dans les altérations spontanées que fait naître au sein des liquides végétaux ou animaux une douce température, et qui sont connues sous les noms de fermentations vineuse, acide, putride, etc. On voit donc que l'action du calorique, plus ou moins accumulé, doit servir beaucoup aux chimistes, qu'en variant sa quantité et son application, on doit en obtenir un grand nombre d'effets différens, et que c'est avec quelqu'apparence de raison que les chimistes s'étaient autrefois qualifiés du titre de *philosophes par le feu.*

34. Après avoir présenté jusqu'ici le calorique en action ou la chaleur comme la source d'un grand nombre d'effets et le moyen de beaucoup d'opérations chimiques, il ne sera pas difficile de conclure, de tous ces faits comparés, que l'absence de calorique, ou l'enlèvement de ce principe doit s'opposer à toute attraction chimique, à toute décomposition, à toute altération des composés. Aussi les chimistes se servent-ils souvent avec beaucoup d'avantage de cette privation du calorique, pour empêcher les actions chimiques, pour arrêter la trop grande énergie des dissolutions, des combinaisons, des décompositions, pour les limiter à certains degrés, ou pour prévenir toute altération spontanée qui ne manquerait pas d'arriver dans quelques composés, s'ils restaient quelque temps exposés à une température suffisamment élevée pour favoriser la réaction réciproque de leurs principes. C'est ainsi qu'on conserve les substances végétales ou animales, en les frappant de froid; c'est ainsi que le voisinage d'une glacière, ou à son défaut un local d'une température basse et constante, comme les caves assez profondes, dont le degré de chaleur n'excède jamais 10 degrés de la graduation de Réaumur, sont aussi utiles en chimie qu'une étuve ou un four diversement échauffés.

35. On a même découvert, il y a quelques années qu'une privation considérable de calorique, un abaissement de température sous celle de la glace fondante, modifiait tellement les attractions électives, qu'elles pouvaient opérer à ces degrés

des décompositions qui n'ont point lieu dans des températures plus élevées. Cette observation est sur-tout applicable aux sels proprement dits, qui exercent réciproquement des actions très-singulières, lorsqu'on expose leurs dissolutions à plusieurs degrés au-dessous du terme moyen de l'eau qui se gèle ou de la glace qui se fond; elle est d'ailleurs assez remarquable pour faire voir qu'il sera nécessaire de construire quelque jour des colonnes nouvelles dans les tables d'attractions chimiques, pour représenter les effets qui ont lieu au-dessous de 0. On en doit tirer d'avance l'induction que les phénomènes chimiques sont très-différens dans les pays froids, près des pôles, ou dans des saisons froides, de ce qu'ils sont dans des climats chauds ou dans l'été.

36. Il est également évident que l'on doit distinguer avec soin dans la description des opérations chimiques les divers degrés de température auxquels on y procède, soit en se servant des thermomètres, soit en indiquant des phénomènes dont on puisse calculer thermomètriquement le rapport avec l'état du calorique. C'est ainsi que les anciens chimistes distinguaient, dans les procédés de la nature et des arts, les degrés de chaleur inférieurs à l'eau bouillante, et les degrés supérieurs à l'eau bouillante. On reconnaissait quatre degrés dans les premiers, l'un de 0 à 10 degrés; l'autre de 10 à 20; le troisième de 20 à 30, et le quatrième de 45 degrés, nommé aussi degré moyen de l'eau bouillante, parce qu'il tenait presque le milieu entre 0 et 80, degré de l'eau bouillante. A chacun de ces degrés on attachait quelques phénomènes ou opérations qu'il favorisait. Les degrés supérieurs ne pouvant plus être marqués par des graduations thermométriques, se prenaient d'après quelques phénomèmes connus qu'on savait avoir lieu à des températures de plus en plus fortes; ainsi le premier degré au-dessus de l'eau bouillante, fondait le soufre, commençait à désorganiser les matières végétales ou animales; le second fondait les métaux moux et les verres les plus fusibles; le troisième liquéfiait les métaux

d'une moyenne dureté ; le quatrième cuisait la porcelaine dure, et fondait les métaux réfractaires. Enfin, on plaçait dans un degré supérieur à tous ceux-là le feu produit par le verre ardent ; mais toutes ces graduations vagues et plus ou moins arbitraires, non comparables les unes aux autres, sont abandonnées, depuis qu'on possède le thermomètre de Weedgwood, dont il sera question à l'article de l'alumine.

ARTICLE IV.

De l'oxigène et du gaz oxigène.

1. Si les deux corps simples précédemment examinés, peuvent être regardés comme de grands instrumens d'analyse ou de synthèse, dans les phénomènes de la nature ainsi que dans les procédés de l'art, si, quoique rapprochés et vraisemblablement identiques dans leur nature intime, ils produisent cependant des effets tout différens sous chacune de leurs modifications et doivent être conséquemment traités comme s'ils faisaient réellement deux corps distincts, celui qui va faire le sujet de cet article, quoique long-temps inconnu aux hommes, et quoique confondu avec l'un ou l'autre des deux premiers, ne mérite pas une moindre attention qu'eux, et fournit à l'art un instrument, un moyen de composition et de décomposition aussi important et aussi nécessaire à connaître.

2. Long-temps caché aux chimistes, et fuyant pour ainsi dire les anciens moyens d'analyse dont ils pouvaient disposer, quoiqu'il soit une matière bien réelle, bien distincte de toute autre, il n'est pas aisé d'en donner une notion claire, une définition précise, parce que ce corps ne peut jamais être obtenu seul, isolé, bien pur, et qu'on ne se le procure jamais que dans un état de combinaison. Cependant on le pèse, on le mesure, on le combine, on le dégage, mais dans tous les cas c'est toujours avec quelqu'autre matière, lié à quelqu'autre

corps qu'on l'étudie ; en sorte qu'on peut dire que son premier caractère est d'attirer très-fortement et d'être attiré lui-même avec une grande force. On est obligé de le considérer d'abord comme un être abstrait, métaphysique, lorsqu'on ne doit point parler encore de ses combinaisons. Il faut le voir comme un des principes les plus fréquens et les plus abondans que les chimistes trouvent dans leurs analyses, en le distinguant cependant avec soin de ce qu'on désignait par ce mot de principes dans l'ancienne chimie, où cette dénomination était appliquée à plusieurs êtres fantastiques.

3. Le nom d'oxigène signifie produisant ou engendrant les acides ; et c'est en effet là une des propriétés les plus caractéristiques de ce corps, découvert en août 1774, sous la forme de gaz, par Priestley ; il fut d'abord nommé *air déphlogistiqué* ; on le nomma successivement ensuite air éminemment respirable, air pur, air vital, tant que l'on ne sût pas reconnaître que cette forme aërienne n'était qu'une de ses combinaisons, que, malgré qu'il la prit souvent et que cet état fût celui où l'on pouvait l'avoir le moins impur, il pouvait cependant être conçu dans d'autres états, et sur-tout qu'en se combinant dans beaucoup de corps il dépouillait cette fluidité élastique, cette apparence aërienne. Une fois cette vérité bien prouvée et clairement exposée par Lavoisier, on sentit la nécessité de lui donner un nom différent qui pût convenir à tous les états où il peut exister, autant à celui de gaz, qu'à la forme liquide ou solide ; Lavoisier lui donna d'abord celui de principe *oxigine* ; on le nomma *principe sorbile*, ou *sorbile* à cause de sa facile absorption par beaucoup de corps, *empyrée*, parce qu'on le regarda comme le principe, l'élément de l'atmosphère. Enfin l'école française s'étant décidée pour le mot oxigène, en admettant un simple changement de terminaison dans le premier mot proposé par Lavoisier, ce nom a été généralement adopté.

4. En faisant le dénombrement et la classification des dif-

férens corps simples dont l'examen forme cette seconde section du système chimique, j'ai annoncé que tous les corps ayant un rapport quelconque avec le grand phénomène connu sous le nom de combustion, il ne s'agissait que de les disposer par rapport au rôle qu'ils jouaient dans ce phénomène. Celui de l'oxigène est tellement important, qu'on doit ranger sa présence comme la condition la plus indispensable de la combustion, que sans lui elle n'aurait point lieu, et qu'il en constitue véritablement l'essence, comme y servir indispensablement est son caractère le plus prononcé et le plus exclusif.

5. L'oxigène, ainsi que beaucoup d'autres corps naturels, se trouve dans trois états; mais dans aucun d'eux il n'est seul ou isolé. Sous forme gazeuse, il est dissous dans le calorique; sous forme liquide et solide, il est combiné avec différentes substances, et jamais il ne peut exister concret et pur, sans combinaison, comme le peuvent une foule d'autres matières autant indécomposables que lui. S'il est permis à l'esprit de le concevoir seul, isolé, pur, en état solide, l'expérience n'a point encore pu constater ce fait, et c'est une découverte qui repose encore dans le sein de la nature, ou qui peut être existe mal désignée et cachée sous le nom de quelque substance encore inconnue dans nos collections de minéraux.

6. Comme l'oxigène est contenu souvent sous la forme plus ou moins solide dans plusieurs fossiles naturels qui ont éprouvé la combustion, et comme il a beaucoup d'attraction pour le calorique, il suffit de chauffer plus ou moins fortement quelques-uns de ces fossiles, ou de les pénétrer d'une grande quantité de calorique pour en dégager ce principe et l'obtenir sous la forme d'air ou de gaz; c'est ce que font les chimistes pour se procurer le gaz oxigène. Ils exposent à un feu assez actif quelques matières, sur-tout métalliques, brûlées par la nature ou par l'art, dans des vaisseaux fermés, disposés de manière à pouvoir conduire et recevoir dans des cloches le fluide élastique qu'ils doivent recueillir. La matière brûlée repasse à

l'état combustible, et l'oxigène qui la constituait matière brûlée, séparé et fondu par le calorique avec lequel il a une grande attraction et dans lequel il est très-dissoluble, se développe en gaz. Il est le produit d'une vraie décombustion.

7. Comme dans les opérations où l'on forme et où l'on obtient l'oxigène en gaz ou le gaz oxigène, on observe que la flamme qui traverse les vases avec le calorique, contribue à la promptitude et à l'abondance du dégagement du gaz, on en a conclu que la lumière était un des principes de cette espèce d'air, et qu'il était composé d'oxigène, de calorique et de lumière. Mais tous les faits de physique et de chimie se réunissant aujourd'hui pour prouver que la lumière et le calorique ne sont qu'un même corps dans leur état de combinaison sur-tout, on regarde le gaz oxigène comme une simple combinaison d'oxigène et de calorique.

8. De ces deux corps qui forment le gaz oxigène, le calorique qui en est le dissolvant et qui lui donne l'état d'invisibilité et d'élasticité aériennes, ne pesant pas, la base solidifiable qui y est dissoute, ou l'oxigène étant la seule matière pesante, la seule fixable dans tous les corps avec lesquels elle peut se combiner, les chimistes ne pouvant avoir d'ailleurs la matière de l'oxigène dans un état plus simple que celui de gaz, et l'employant dans cet état pour un grand nombre d'opérations ou de combinaisons, plusieurs d'entre eux se sont habitués à désigner souvent ce gaz par le nom simple d'oxigène. C'est cependant une erreur de nomenclature, dangereuse pour la clarté de la doctrine chimique, puisque le mot oxigène ne doit être employé que pour désigner la base de ce gaz considérée seule, ou dans tous les états possibles, mais spécialement dans les combinaisons nombreuses où elle est liquide ou solide.

9. Le gaz oxigène préparé par le procédé indiqué, a toutes les apparences de l'air; invisible, rare, fluide élastique, comme lui, il est impossible de le distinguer à la vue de ce fluide atmosphérique; mais il a des propriétés bien différentes lors-

qu'on l'examine comparativement. Il est plus lourd que l'air de l'atmosphère, d'environ six centièmes. Un décimètre cube de gaz oxigène pèse à très-peu près 13,57 décigrames ; un mètre cube 13,57 hectogrames (le pouce cube 0,50 de grain ; le pied cube 1 once 4 gros 12 grains) ; il anime la combustion de tous les corps combustibles, il en augmente beaucoup la flamme ; il produit beaucoup de chaleur en brûlant ces corps ; il est absorbé tout entier dans la combustion ; il sert plus long-temps à la respiration des animaux, et élève plus vîte que l'air la température de leur sang.

10. Lorsqu'on emploie le gaz oxigène à une combustion, dans le plus grand nombre de cas, il passe de l'état gazeux à l'état solide ; il se précipite de sa dissolution gazeuse ; il abandonne son dissolvant, qui se dégage en lumière et en chaleur ; aussi les chimistes modernes attribuent-ils ces deux phénomènes à la décomposition du gaz oxigène, ils prouvent par là que la flamme et la chaleur appartiennent à la précipitation de ce gaz, à la séparation, au dégagement de son dissolvant, et non pas aux corps combustibles comme on le pensait autrefois. Ceux-ci ne font qu'absorber l'oxigène, qui se liquéfie dans ces cas ou se solidifie, en perdant le dissolvant qui le tenait fondu en fluide élastique.

11. En mesurant par la fonte de la glace la quantité de calorique qui se sépare pendant la précipitation de l'oxigène dans différens corps combustibles qui brûlent, les chimistes modernes ont conclu, de la différence qu'ils ont observée, que l'oxigène se précipitait ou se fixait plus ou moins solide dans ses diverses combinaisons, qu'il y conservait plus ou moins de son ancien dissolvant, du calorique, et que c'était à cela qu'était due la diversité de chaleur formée, de flamme produite, et d'adhérence ou de difficulté plus ou moins grande à séparer l'oxigène des combinaisons fluides ou solides dont il faisait partie. Ils ont même construit des espèces de tables représentant la quantité variée de calorique dégagée du gaz oxigène

pendant sa fixation. Aucune découverte moderne n'a plus élevé la doctrine pneumatique que celle de la quantité différente de calorique dégagée de l'oxigène ou retenue par ce principe fixé dans les combinaisons.

12. Cela les a conduits à distinguer et à expliquer deux espèces de combustion en général, la combustion rapide, et la combustion lente. Dans la première, le gaz oxigène perd promptement la plus grande partie de son calorique, qui forme alors beaucoup de chaleur et de flamme; dans la seconde, il ne se sépare que très-lentement, et quelquefois sous une forme à peine sensible, du calorique qu'il est alors presqu'impossible d'apprécier. Le résultat de la première par rapport à l'oxigène, est que les corps qui l'ont absorbé le contiennent solide et presque entièrement privé de son dissolvant et très-adhérent, très-difficile à en séparer. Le résultat de la seconde au contraire est que les corps dans lesquels il s'est précipité ne le retiennent que légèrement solidifié, peu altéré et facile à en dégager; on débrûle très-difficilement les premiers, on débrule facilement les seconds. Les uns exposés à la lumière, presque seule ou aidée seulement d'une petite quantité de calorique, laissent dégager le gaz oxigène et repassent à l'état de corps combustibles; les autres ont besoin d'être pénétrés d'une grande quantité de calorique et de lumière pour perdre leur oxigène.

13. Tous les corps combustibles absorbent des quantités différentes d'oxigène en brûlant, peuvent être portés à différens états de corps brûlés suivant la proportion d'oxigène qu'ils ont absorbée, l'absorbent plus ou moins solide ou plus ou moins séparé de son dissolvant, même dans les différentes proportions qu'ils en prennent, et attirent non-seulement diversement ce principe, mais les diverses quantités qu'ils en contiennent. La règle de l'attraction en raison inverse de la saturation a lieu ici, comme dans toutes les autres espèces de combinaisons.

14. Les attractions de l'oxigène variant entre chaque corps

différent, il s'ensuit qu'en présentant un composé qui le contient à un corps qui a plus d'attraction pour lui qu'il n'en a pour le premier corps auquel il est uni, il passe du premier composé dans le second corps, et comme il est rare que chaque matière avec laquelle il peut se combiner l'absorbe ou puisse le retenir dans le même état de solidité, également pourvu ou dépourvu d'une partie de son dissolvant, de là vient que lorsque sans quitter l'état fluide ou solide, il passe d'un corps dans un autre, tantôt le mélange s'échauffe si le corps qui l'absorbe doit retenir l'oxigène plus solide qu'il n'était, tantôt il y a refroidissement si le corps qui l'attire ne peut le prendre que moins solide. Le premier de ces deux cas va souvent jusqu'à l'inflammation, ce qui a lieu quand la différence de solidité qu'il acquiert en passant d'un corps dans l'autre, exige une forte et prompte séparation du calorique.

15. Dans l'impossibilité où l'on est de connaître et de décrire les propriétés de l'oxigène pur, puisque la nature ne l'a point encore présenté aux hommes dans cet état, et puisque l'art n'a encore trouvé aucun moyen de l'y porter, il ne reste d'autre manière de le caractériser que de déterminer les propriétés du gaz oxigène ou de l'oxigène dissous dans le calorique, et celles qui naissent dans les corps par leur union avec l'oxigène liquide et solide. On a déja vu par ce qui a été exposé jusqu'ici sur le gaz oxigène, qu'il est bien caractérisé par la propriété exclusive de servir à la combustion, comme à la respiration des animaux, d'y servir jusqu'à la dernière molécule ou la plus petite bulle de son état gazeux, et d'être la source du calorique et de la lumière, qui se dégagent dans ces opérations; on a aussi indiqué sa pesanteur spécifique qui le fait aisément reconnaître par le rang qu'elle lui donne parmi tous les corps aëriformes.

16. Quant aux propriétés que fait naître l'oxigène en se fixant à l'état liquide ou solide dans les différens corps avec lesquels il a de l'attraction, il est bien évident que celles que

les composés oxigénés acquièrent par la fixation de ce principe, qu'ils n'avaient point auparavant, et qu'ils perdent lorsque ce principe s'en sépare, peuvent être regardées comme lui appartenant, ou au moins comme produites par sa présence et propres à le caractériser jusqu'à ce que l'on puisse l'examiner seul et pur; or parmi ces propriétés, une des plus constantes est de donner de la saveur plus ou moins forte aux corps qui n'en ont pas, ou d'augmenter celle que les corps avaient déja. Ainsi, quoiqu'il ne faille pas dire que l'oxigène est la cause de toute saveur, on doit le regarder comme celle de la sapidité dans tous les corps où il se combine.

17. Cette saveur qu'il communique aux corps est souvent aigre, et il constitue souvent en effet la nature acide dans les substances avec lesquelles il se combine. Il est donc en même temps dans ces corps la source de toutes les propriétés qui caractérisent les acides; et c'est parce que cette circonstance est une des plus fréquentes et des plus remarquables de celles qui accompagnent ses combinaisons, qu'on a donné à ce principe le nom d'oxigène.

18. Une seconde propriété communiquée aux corps par l'addition de l'oxigène solide est la couleur. C'est lui qui colore en effet tous les métaux brûlés, et qui donne ces teintes si variées, si brillantes et si durables aux émaux et aux verres de toutes les nuances. Quoique ce caractère soit très-prononcé pour plusieurs combinaisons oxigénées, en le comparant à celui de la saveur, on le reconnaît moins constant et moins général; et il y a en effet un assez grand nombre de composés où l'oxigène, quoiqu'à de grandes proportions, ne donne aucune couleur, et tend plutôt à la transparence.

19. Quoiqu'il soit utile d'annoncer ici que beaucoup de matières colorantes végétales doivent à la proportion variée de l'oxigène l'état différent de leurs couleurs, il faut compter parmi les propriétés qu'il porte dans les substances organisées le principe de leur décoloration; il faut savoir que, quand

il y est accumulé, il tend à les amener au blanc plus ou moins pur. Telle est, comme on le verra plus en détail dans d'autres sections de cet ouvrage, la source de la plupart des méthodes de blanchiment et spécialement de celui des toiles écrues et de la cire jaune par l'exposition à l'air.

20. Il faut ranger sur-tout parmi les propriétés qui distinguent et caractérisent les combinaisons de l'oxigène, l'épaississement, la coagulation, la concrétion et la force concrescible en général qu'il fait naître dans les matières organisées. C'est à ce phénomène bien constaté que sont dus plusieurs effets de la végetation et de l'animalisation qui seront exposés dans les sections consacrées à leur histoire. On ne le note ici que pour rapprocher les principales propriétés communiquées par l'oxigène. On y verra encore que son accumulation dans les substances organiques opère leur décomposition complète.

21. De la saveur procurée par l'oxigène découle un genre bien remarquable de propriétés qui doivent encore lui être attribuées; c'est la puissance médicamenteuse d'une part et l'acreté caustique ou vénéneuse de l'autre; la première est le *minimum* de la seconde; aussi reconnaît-on dans l'action médicamenteuse beaucoup de degrés différens, et emploie-t-on souvent comme remèdes des poisons dont on modère seulement l'énergie. Dans la terrible action des caustiques, l'oxigène quitte manifestement ces corps pour se porter sur les organes animaux qu'il brûle et qu'il détruit.

22. En bornant l'examen actuel de l'oxigène à l'énoncé de ces propriétés générales, il suffit cependant pour faire voir combien son action et son influence doit être multipliée et grande dans tous les phénomènes de la nature et de l'art; il suffit pour annoncer ce principe comme un des agens les plus énergiques et les plus fréquens que les chimistes puissent employer. C'est un instrument qu'on applique à une foule d'opérations, et qui joue sans cesse un rôle dans les opérations chimiques. Aussi ses propriétés, ses attractions, ses états diffé-

rens, ses passages d'un système de corps dans un autre, *font*-ils presque toute la base de la doctrine pneumatique moderne, et ont-ils rendu la théorie chimique beaucoup plus générale, beaucoup plus claire et beaucoup plus simple qu'elle ne l'était avant la découverte et la connaissance de ce principe. Il a véritablement changé la face de la science.

23. Tout annonce que l'oxigène est un des corps simples dont la nature se sert le plus fréquemment dans toutes les combinaisons et les décompositions qu'elle exerce, puisqu'il se trouve si abondamment répandu parmi ses productions, et puisqu'elle en a placé dans l'atmosphère de notre globe, un réservoir immense, comme on va le voir dans l'article suivant.

ARTICLE V.

De l'air atmosphérique.

1. Le fluide élastique qui remplit et constitue l'atmosphère est bien loin d'être une matière simple ou indécomposée, un véritable élément, comme les physiciens et les chimistes l'ont cru pendant long temps. Ainsi il ne devrait pas à la rigueur appartenir à la section des corps simples; mais comme le plus grand nombre de ses effets connus dépendent manifestement du principe qui a fait l'objet de l'article précédent et qui est une des matières constituantes de l'atmosphère, son histoire ne peut être placée qu'à la suite de celle de ce dernier corps, puisque cette dernière peut seule répandre le plus grand jour sur ses propriétés et ses caractères chimiques.

2. L'air atmosphérique étant le seul corps naturel qui soit constamment sous forme fluide élastique, qui enveloppe le globe, et dans lequel il est continuellement plongé, et cette forme le rendant le siége comme la cause d'un grand nombre de phénomènes naturels qu'il est nécessaire de bien connaître, on ne peut se dispenser de l'étudier en grande masse,

de considérer d'abord son ensemble tout entier, et de reconnaître l'influence de ses propriétés physiques ou de masse, de sa pesanteur, de sa fluidité, etc., sur ses qualités physiques et sur la composition ou la décomposion des autres corps qu'il touche, qu'il recouvre, qu'il presse, qu'il agite et qu'il change sans cesse.

3. On connaît sous le nom d'atmosphère, la masse toute entière de l'air qui ceint de toutes parts le globe terrestre, qui se meut avec lui, qui le touche dans tous ses points, se relève sur ses hauteurs, s'enfonce dans ses cavités, balaie sans cesse la surface de ses eaux, et au sein duquel tous les êtres détachés de la masse du globe, plongent, se meuvent ou sont emportés. C'est un vaste océan, composé de tout ce qui peut être volatilisé de la terre, de tout ce qui peut se réduire en vapeur au degré de température et de pressions variées qu'il éprouve, contenant une foule de matières minérales, végétales et animales, qui représente une sorte de chaos, et qui, considéré sous ce point de vue, doit offrir des variations continuelles et presque indéterminables, quoique l'analyse chimique soit parvenue à reconnaître les termes constans de sa composition, comme on le verra plus bas, parce que les matières diverses qui peuvent y être suspendues ne sont vraiment qu'accidentelles par rapport à sa nature intime qu'elles ne changent jamais.

4. On ne sait pas avec précision jusqu'à quelle hauteur s'élève l'air atmosphérique, ou qu'elle est l'étendue réelle de l'atmosphère; mais on sait que ses différentes couches sont d'autant plus denses et d'autant plus comprimées qu'elles sont plus voisines du globe, et que leur variété à une grande élévation est limitée par la température plus froide des régions supérieures. On sait encore que c'est dans les régions élevées que naissent les météores lumineux et inflammables, que l'atmosphère est traversée en tout sens par la lumière, plus difficilement par le calorique dont elle est faible conducteur, qu'elle arrête aussi le fluide électrique, que les nuages supérieurs sont plus fortement électrisés que les inférieurs, que la foudre

consiste dans un partage subit du fluide électrique entre les nuages inférieurs et le globe terrestre ; et que c'est en s'élevant à différentes hauteurs de l'atmosphère, par l'effet des machines aérostatiques, que les physiciens pourront mieux connaître les causes et les effets des météores.

5. La fluidité élastique de l'air atmosphérique, qu'aucune pression et qu'aucun froid connu ne peuvent faire cesser, explique la facilité et la rapidité de ses mouvemens, parmi lesquels ceux qui sont constans et occasionnés par la pression du soleil et de la lune sont presque inappréciables ou incommensurables au milieu des agitations beaucoup plus grandes produites par une cause accidentelle et variable. Telle est l'idée générale des vents dont les plus rapides ont une vîtesse d'au moins vingt mètres par seconde, et ceux qui sont les plus communs n'ont qu'une vîtesse formant le tiers de la première. Il est encore remarquable que malgré cette extrême fluidité de l'air, il ne puisse traverser une foule de corps que l'eau et d'autres liquides traversent. Qu'on n'oublie pas cependant que cette fluidité et la vîtesse du mouvement qu'elle permet sont bien petites en comparaison de celle de la lumière qui paraît communiquer ces propriétés à l'air, comme on le verra bientôt.

6. L'écartement des molécules intégrantes de l'air laissant passer la lumière, ce corps en petites masses est véritablement invisible ou le plus transparent de tous. Mais lorsqu'on en observe de grandes masses, la déviation et la réflexion des rayons lumineux, rendent cet air plus ou moins visible, et le teignent même en bleu. On a rapporté à tort au ciel lui-même cette couleur en la nommant bleu céleste ; ce n'est qu'une suite de couches atmosphériques entassées et peu distantes de la terre que l'on apperçoit sous cette couleur ; et il y a une distance immense entre ces couches et la région des astres.

7. On a coutume de regarder l'air atmosphérique comme insipide. Cela ne vient que de la longue habitude que l'homme a de le goûter et de le toucher, comme le prouvent les cris de

l'enfant qu'on y plonge pour la première fois en venant au monde, la douleur vive qu'excite son contact sur les plaies, sur les coupures, et sur nos organes dépourvus d'épiderme, la difficulté qu'ont les plaies à se cicatriser même dans les végétaux quand l'air les touche sans cesse, la vive impression qu'il produit sur les nerfs découverts en général, la carie qu'il fait naître dans les os dénués de périoste.

7. La pesanteur de l'air commun et tous les phénomènes qui dépendent du poids et de la pression de l'atmosphère, inconnus aux anciens, ont changé la face de la physique depuis le milieu du dix-septième siècle, d'après la belle pensée de Torricelli et les expériences exactes de Pascal et de Perrier, faites par celui-ci sur le Puy de Dôme, au mois de septembre 1643. C'est cette pesanteur qui soutient l'eau à plus de dix mètres (32 pieds) dans les pompes, et le mercure à un peu plus de $\frac{3}{4}$ de mètre (28 pouces) dans un tube de verre; c'est elle qui a fait imaginer le baromètre dont la hauteur est l'expression exacte de la pesanteur de l'air atmosphérique, à l'aide de la légère correction qu'exige la variation de sa température; c'est en raison de cette mesure barométrique corrigée qu'on peut estimer avec précision l'élévation des montagnes et la profondeur des mines, etc. Le décimètre cube d'air pèse 12 $\frac{1}{5}$ décigrames, et le mètre cube 12 $\frac{1}{5}$ hectogrames. (Le pouce cube 0,46 de grain, le pied cube 1 once 3 gros 3 grains).

9. Cette pesanteur, appréciée par les moyens exacts de la physique expérimentale, et qui fait bien connaître l'état diversement comprimé des différentes couches de l'air atmosphérique, influe encore par la pression qu'elle exerce sur l'état des solides et des liquides; c'est à cette pression qu'est due la permanence des liquides à la surface du globe; comme elle s'oppose à leur raréfaction, il faut la vaincre pour réduire les liquides en vapeurs, ainsi que pour former les corps gazeux: il faut donc la bien connaître et la bien apprécier, et les chimistes ont sans cesse besoin des observations barométriques.

10. La compressibilité et l'élasticité sont deux propriétés également inhérentes à l'air commun ; elles sont la source d'une foule de phénomènes naturels, comme d'une grande quantité d'effets que l'on produit en physique et dans les arts. Les fractures des vases, les suspensions des liquides, les obstacles à leur dilatation et à leur vaporisation, les détonations sont aussi importantes à apprécier en chimie, que toutes les machines fondées sur ces mêmes propriétés sont utiles à connaître et à employer dans les expériences de physique. Comme par analogie et par comparaison avec l'air, on juge souvent d'après les volumes les quantités de différens gaz obtenus ou employés dans les opérations chimiques, on sent qu'il est indispensable de déterminer avec exactitude l'état de pression diverse de ces fluides.

11. La propriété d'occuper un grand volume, la raréfiabilité ou l'expansibilité, suite du ressort de l'air, et qu'on lui voit prendre, soit par l'accumulation du calorique, soit par la diminution de pression qu'il éprouve, est encore une de ces propriétés qui influent le plus dans les opérations chimiques. Il la partage, à la vérité, avec tous les autres fluides élastiques qu'on obtient dans les expériences de chimie ; mais on la vérifie si souvent sur l'air commun qui remplit les vaisseaux, que c'est de lui que les phénomènes de rupture, d'explosion tirent le plus souvent leur source, et qu'il mérite sous ce point de vue toute l'attention des chimistes.

12. A toutes les propriétés physiques qui ont été considérées jusqu'ici dans l'air, le chimiste doit ajouter la connaissance de celles qu'il présente par ses attractions, par les combinaisons dont il est susceptible, par les décompositions qu'il peut opérer, enfin par les effets qu'il produit, soit en s'unissant à d'autres corps, soit en se dégageant des combinaisons qui le recèlent. Il y a si loin des notions inexactes et vagues qu'on ayait autrefois sur cet objet, jusqu'aux idées précises qu'on a acquises par les découvertes modernes, que la science

a totalement changé de face depuis celles-ci. Avant ces découvertes, les chimistes s'étaient contentés, en mettant l'air au nombre des élémens, de le regarder comme un des principes constituans des corps. Boyle et Hales avaient ajouté qu'il se fixait dans les corps; qu'il s'en dégageait pendant leur décomposition, et qu'on pouvait le recueillir, en apprécier la quantité et le ranger au nombre des produits. Cependant Mayow, contemporain de Boyle, avait soupçonné qu'il n'y avait qu'une partie de l'air qui se fixait dans les corps : mais ce premier soupçon, qu'on pourrait trouver aussi dans les ouvrages de Paracelse et de Van-Helmont, n'était qu'une hypothèse avant les expériences aussi neuves et précises qu'ingénieuses de Lavoisier sur l'air de l'atmosphère.

13. Il a résulté des recherches multipliées de Lavoisier, répétées et confirmées depuis par tous les chimistes, que le fluide élastique, étudié dans le précédent article sous le nom de gaz oxigène, faisait partie essentielle de l'air; que c'était parce que l'air en contenait une certaine proportion, qu'il pouvait servir à la combustion et à la respiration; que ces deux caractères, qu'on lui avait exclusivement attribués avant qu'on eût découvert l'air vital ou gaz oxigène qui en jouissait avec beaucoup plus d'énergie encore que lui, étaient entièrement dus à la partie de ce gaz qu'il recélait constamment, et que, quand il en était privé, il ne présentait plus ces propriétés. Ainsi donc, en examinant dans le précédent article les propriétés de l'oxigène en état de gaz, on a commencé à faire l'examen de l'air, et on a déja acquis des notions exactes sur celui de ses principes constituans qui le caractérise le mieux.

Il ne s'agit plus que de savoir comment ce gaz oxigène est modifié dans l'air, et comment, d'après ces modifications, les propriétés physiques et chimiques de l'air commun diffèrent de celles du gaz oxigène pur.

14. Il n'est personne qui, en comparant, par une expérience

facile et simple, la manière dont un corps combustible brûle dans l'air, à celle dont il brûle dans le gaz oxigène, ne reconnaisse tout-à-coup que l'activité, la promptitude, la chaleur produite, et la flamme dégagée dans cette dernière combustion sont bien supérieures à celles qui accompagnent la première. Tous les yeux sont frappés de cette différence; et elle forme, pour l'homme le moins attentif et doué seulement de curiosité, l'objet d'un spectacle brillant qui l'empêche de confondre en aucune manière les phénomènes produits par l'air avec ceux que fait naître le gaz oxigène.

15. En observant avec plus de soin, c'est-à-dire dans tous ses résultats, la diversité si frappante de ce phénomène de combustion, les physiciens et les chimistes sont parvenus à prouver que l'air atmosphérique, dans un volume, et mieux encore dans un poids donné, brûlait trois fois moins du même corps combustible que le gaz oxigène, et que, tandis que celui-ci était entièrement et jusqu'à la dernière bulle absorbé par les matières susceptibles de le solidifier, l'air atmosphérique, au contraire, ne perdait guère au-delà du cinquième de son volume; qu'il n'y avait conséquemment qu'une certaine partie de sa substance qui pût se combiner avec les corps combustibles, entretenir leur combustion, ainsi que la respiration des animaux.

16. Cette observation les a conduits à expliquer très-naturellement pourquoi les corps combustibles ne brûlaient point dans le vide, pourquoi ils s'éteignaient au bout de quelque temps dans un air non renouvelé, pourquoi l'air commun diminuait de volume, pourquoi les matières qui y brûlaient augmentaient de poids, comment cette augmentation de poids était exactement proportionnelle à la perte de celui de l'air: car il a été bientôt prouvé que la diminution de volume de l'air n'était ni une simple pression, ni une destruction de son élasticité, comme on l'avait cru long temps, ni l'effet d'une combinaison avec quelque matière dégagée des corps combus-

tibles qui en auraient resserré ou condensé les molécules. Il n'a pas été non plus difficile de comprendre pourquoi l'air dans lequel un corps combustible s'était éteint après avoir brûlé, éteignait de nouveau un corps allumé qu'on y plongeait, ou asphixiait les animaux : on vit que l'aliment de la combustion lui avait été enlevé.

17. Mais, puisque l'air commun ne pouvait pas être en entier l'aliment de la flamme, comme l'était le gaz oxigène, il fallait s'assurer si la propriété de servir à la combustion provenait bien véritablement de ce gaz oxigène, et si la limite de sa puissance, à l'égard de ce phénomène, était fixée par la quantité qu'il en contenait. Lavoisier prouva directement l'une et l'autre de ces assertions ; il les rendit des vérités démontrées, en faisant voir d'abord que des corps brûlés dans l'air commun donnaient seuls, et sans addition étrangère au calorique et à la lumière, du gaz oxigène exactement dans la même proportion que celle qu'ils avaient enlevée à l'air en y brûlant, et en second lieu que cette partie du gaz oxigène, séparée d'un corps brûlé, et ajoutée au résidu de l'air qui avait servi à la combustion, recomposait entièrement cet air commun, rendait à son résidu la propriété de servir, comme auparavant, à la combustion, de la même manière et pendant le même temps.

18. Ainsi, dès qu'on réforme de l'air parfaitement semblable à celui de l'atmosphère, en mêlant à de l'air déja usé ou épuisé par la combustion, une portion de gaz oxigène déja précipité de l'air atmosphérique dans un corps brûlé égale à celle qu'il a perdue, puisqu'on opère ainsi une véritable synthèse de l'air commun, il est bien naturel d'en conclure qu'on en fait véritablement l'analyse par les corps combustibles ; que ceux-ci, plongés dans l'air, y absorbent peu à peu l'oxigène en séparant plus ou moins de son dissolvant calorique ; qu'ils ne peuvent y prendre que ce principe, qui est le seul susceptible de les faire brûler ; qu'ils ne touchent en aucune manière à ce qui n'est pas gaz oxigène, et que ce qui reste de fluide

élastique après la combustion étant un gaz méphitique, éteignant les lumières, asphixiant les animaux, il faut en conclure, avec Lavoisier, que l'air commun est réellement un composé de deux gaz de nature opposée, par rapport à la combustion et à la respiration.

19. Vingt-sept parties de gaz oxigène et soixante-treize parties d'un gaz méphitique, non absorbable par les corps combustibles, et ne pouvant servir à leur combustion, composent donc l'air atmosphérique dans les circonstances les plus ordinaires. On ne peut pas dire que le gaz méphitique s'y forme par l'effet de la combustion, et que conséquemment l'air soit un être simple identique dans ses molécules constituantes, puisqu'on peut faire de l'air commun de toutes pièces, en mêlant, dans les proportions indiquées, du gaz oxigène et l'espèce de gaz méphitique qu'on y trouve, après avoir obtenu l'un et l'autre, avec des matières étrangères à l'atmosphère, et réellement très-différentes les unes des autres, comme on aura soin de le prouver dans l'article suivant, où l'on traitera de la nature de ce gaz méphitique de l'air que les corps combustibles ne peuvent pas former pendant leur combustion.

20. Les matières combustibles faisant, pendant leur combustion, une véritable analyse de l'air, on en a conclu que si celui-ci variait dans les proportions de ses deux principes, on pouvait estimer avec certitude ces variations; et de là est née l'Eudiométrie, ou l'art de reconnaître la pureté de l'air par des instrumens nommés Eudiomètres, dont le mécanisme et la disposition en général sont tels, qu'ils contiennent des quantités bien mesurées d'air et qu'ils indiquent avec précision ce que cet air mesuré fournit à la combustion, ainsi que ce qu'il laisse de résidu après la combustion. Pour en bien connaître l'usage, il faut savoir que tous les corps combustibles n'enlèvent point entièrement, du premier coup et par une seule opération, tout le gaz oxigène de l'air; que les uns en absorbent plus que d'autres; qu'à cet égard il y a un choix à faire entre

eux, et que, d'après cela, l'on doit traiter de chaque procédé eudiométrique en particulier à l'article de chaque corps combustible, comme on aura soin de le faire. Il faut seulement être instruit que les procédés eudiométriques modernes ont appris, sur-tout par les belles recherches de M. Humbold de Berlin, que les proportions des deux fluides aériens pouvaient varier de telle sorte, que le gaz oxigène en constituait depuis 0,23 jusqu'à 0,29.

21. Non-seulement chaque corps combustible a un pouvoir différent pour fixer ou user le gaz oxigène atmosphérique, ce qui les fait différer pour leur usage eudiométrique; mais encore il existe dans la comparaison de ces corps entre eux une différence générale qui doit faire varier beaucoup leur emploi par rapport à l'analyse de l'air. Si le plus grand nombre, en effet, a la propriété d'absorber l'oxigène plus ou moins solide, et conséquemment de diminuer le volume de l'air, il en est aussi d'autres qui se fondent dans le gaz oxigène, qui perdent eux-mêmes leur état solide, qui disparaissent et qui ne diminuent point ou ne diminuent que très-peu le volume de l'air. C'est ainsi qu'en faisant brûler du suif ou des chandelles, de la cire ou des bougies, des huiles, de l'alcool, de l'éther, et des matières charbonneuses en général dans une quantité déterminée d'air atmosphérique, on n'obtient que très-peu de diminution de volume de ce fluide élastique; et ce n'est plus, par conséquent, d'après cette diminution qu'on peut juger de sa quantité ou de sa nature. Ceci sera expliqué plus au long dans plusieurs des articles suivans.

22. Quoique l'analyse de l'air et la connaissance exacte de proportion entre ses deux principes gazeux soient essentielles pour beaucoup d'opérations chimiques, il est prouvé que les espérances qu'on avait d'abord conçues sur l'utilité des résultats eudiométriques dans la médecine ne sont encore qu'illusoires, et que les effets de l'air atmosphérique, comme cause de maladies, ne tiennent pas à cette proportion, mais à des

causes encore inconnues ou inappréciables jusqu'ici par nos moyens physiques et chimiques. Des miasmes divers, c'est-à-dire, des molécules très-fines, étrangères d'ailleurs aux deux gaz qui constituent la masse de l'air, peuvent y être suspendues, dissoutes, transportées de manière à faire naître dans les animaux qui le respirent des maladies ou des altérations plus ou moins grandes dans leurs liquides ou leurs solides. Les procédés eudiométriques n'ont aucune prise sur ces molécules, et ne donnent aucune lumière sur leur nature, leur différence, leur quantité et leur action.

23. Il en est de même d'une foule de matières étrangères aux deux gaz constituans de l'atmosphère, et qu'on ne peut estimer que difficilement et par des méthodes d'approximation étrangères à l'eudiométrie, tels que le fluide électrique, le fluide magnétique, la lumière, le calorique, les poussières végétales, animales ou minérales qui voltigent de toutes parts dans l'air atmosphérique, et qui sans cesse y varient de quantité et de nature. Il faut en dire autant de l'eau elle-même, qui peut bien être mesurée entre certaines limites de sa proportion dans l'air, mais dont on ne peut pas connaître exactement la quantité réelle, parce qu'on n'a pas de premier terme certain d'où l'on puisse partir.

24. Ajoutez à cela qu'on trouve assez constamment dans l'air atmosphérique une petite quantité d'un acide volatil et gazeux, connu sous le nom d'acide carbonique, dont on traitera en détail dans la section troisième de cet ouvrage. Il y est dans la proportion d'0,01 à 0,02; et, quelque petite que soit cette quantité, elle suffit pour faire produire par l'air, si souvent renouvelé à la surface des corps, une foule d'effets et de phénomènes qui seront appréciés à mesure que la carrière chimique se développera dans les articles suivans.

25. L'air atmosphérique ne servant à la combustion et à la respiration que par rapport aux 0,27 de gaz oxigène qu'il contient; et l'espèce de gaz méphitique qui en fait les 0,73,

et qui sera étudié dans l'article suivant, sous le nom de gaz azote, ne contribuant en aucune manière à ces phénomènes, Lavoisier a représenté ce dernier comme un principe passif; et on n'a vu, en quelque sorte, que le premier comme la cause de toutes les propriétés chimiques de l'air. Cependant il faut observer, à cet égard, que si le gaz azote était vraiment un principe passif dans la combustion, comme l'a voulu cet illustre chimiste, dans l'intention sans doute de faire mieux sentir sa belle théorie, le gaz oxigène atmosphérique brûlerait les corps avec l'activité et la promptitude qu'on lui connaît; et c'est un fait bien connu que cela ne se passe pas ainsi et qu'il y a loin de la manière de brûler dans l'air, à la manière de brûler dans le gaz oxigène pur. Il en est de même du mélange artificiel de ce gaz à la proportion de 0,27 avec le gaz azote à la proportion de 0,73, ou de l'air vraiment factice des chimistes modernes. Dans cet air factice, le gaz oxigène perd, par l'addition du gaz azote à la proportion indiquée, sa propriété de brûler les corps combustibles avec l'activité et l'éclat qu'il donne à leur combustion lorsqu'il est pur; et l'on ne peut douter que cette modification ne soit produite par l'addition du gaz azote. Il paraît que, quand on mêle ces deux gaz, ils se rapprochent, puisque la pesanteur spécifique du mélange est un peu plus considérable que le terme moyen de celle des deux gaz; qu'ils se condensent; qu'ils commencent, en quelque sorte, une combinaison entre eux; et que le gaz oxigène, enveloppé comme latent dans près de trois parties de gaz azote, ne peut plus alors réagir sur les corps combustibles, comme lorsqu'il est seul : aussi ces corps sont-ils obligés de le retirer de cette sorte de combinaison, et d'employer pour cette espèce d'attraction un effort quelconque qui ralentit leur union avec l'oxigène, et diminue, soit pour la promptitude, soit pour l'activité même des phénomènes qui l'accompagnent, l'énergie de leur combustion. Il en est là du gaz oxigène logé entre les molécules du gaz azote, comme d'un

sel, d'un acide, de l'alcool, dissous et étendus dans l'eau : leurs propriétés restent bien les mêmes ; mais leur saveur, leur tendance à la combinaison est diminuée ou affaiblie par l'interposition des molécules de l'eau entre les leurs.

26. Toutes ces données chimiques sur les propriétés de l'air atmosphérique, qui, acquises par les recherches des modernes, ont porté tant de changemens heureux dans la théorie de la science, fournissent des applications sans nombre aux différentes branches de la chimie qui ont été indiquées dans la première section de cet ouvrage ; il n'en est presque aucune qui n'en emprunte des traits de lumière plus ou moins éclatans et utiles à son accroissement. Telles sont sur-tout la chimie météorique, pour la connaissance de plusieurs modifications ou phénomènes de l'atmosphère ; la chimie minérale, pour les changemens qui arrivent aux fossiles par le contact de l'air ; la chimie médicinale et domestique, pour le choix, la correction, la purification de ce fluide ; la chimie végétale et animale, sous le rapport de l'influence de l'air dans la végétation et l'animalisation ; enfin la chimie manufacturière et pharmacologique, pour l'action du contact plus ou moins multiplié, ou écarté et défendu dans la préparation d'un grand nombre de produits des arts et de médicamens. On donnera, par la suite, un grand nombre d'exemples de ces applications multipliées.

ARTICLE VI.

De l'azote, et du gaz azote.

1. L'azote est un corps simple dans la même condition, par rapport à nous, que l'oxigène ; on ne peut l'obtenir dans son état de pureté : il est toujours, ou fondu en gaz dans le calorique, et alors il porte le nom de gaz azote ; ou liquide et solide dans des combinaisons naturelles ou artificielles quelconques. S'il existe seul et sous forme solide ou liquide dans

la nature, il a jusqu'ici échappé dans cet état aux recherches des chimistes.

2. Comme l'oxigène, l'azote est resté long-temps inconnu aux hommes : sa découverte n'a pas même suivi directement celle de la plupart des autres fluides élastiques. Les physiciens étrangers les plus célèbres l'ont confondu long-temps avec de l'air gâté, de l'air altéré, ou plutôt ont long-temps cru que ce n'était que de l'air infecté par le phlogistique, parce qu'ils ne l'avaient connu et examiné que dans les résidus d'air commun qui avait servi à la combustion et à la respiration ; et, comme ils supposaient qu'il était le produit constant de l'altération de l'air, et que cette altération consistait dans une surcharge du principe imaginaire nommé phlogistique, ils ont long-temps désigné cet être, qu'ils ne connaissaient que dans l'état gazeux, par la dénomination d'air phlogistiqué.

3. Lavoisier est le premier chimiste qui a conçu et prouvé ensuite, par ses expériences exactes sur la combustion, que le gaz azote était contenu et tout formé dans l'air de l'atmosphère ; que les corps combustibles ne contribuaient en rien à sa formation ; qu'ils ne faisaient que le mettre à nud, ou l'isoler, ou le séparer, en absorbant l'oxigène et en diminuant le volume de l'air commun, et qu'il méritait de porter un nom particulier, et d'être distingué de tous les autres fluides élastiques. Pour le bien distinguer, et ne pas le confondre avec d'autres gaz méphitiques, et sur-tout avec l'acide carbonique, qu'on a long-temps nommé ainsi sous sa forme gazeuse, Lavoisier l'a nommé d'abord mophette ou mofette atmosphérique, d'après le mot italien donné aux gaz délétères qui se dégagent de la terre et se ramassent dans ses cavités.

4. Le citoyen Berthollet a ensuite fait voir que la base de ce gaz entrait dans la combinaison de beaucoup de corps solides ou liquides dont il partageait la consistance. M. Cavendish l'a trouvé dans un acide très-fréquemment employé, dont il sera bientôt parlé. J'ai fait moi-même une suite assez considérable

de recherches sur les combinaisons de ce principe, *sur son* dégagement pendant la décomposition des diverses substances qui le contiennent. Depuis tous ces travaux, les chimistes français, sentant la nécessité de compter cet être parmi ceux que la nature emploie dans beaucoup de composés, et d'étudier avec soin ses propriétés et ses attractions, l'ont désigné par le nom d'azote. Quelques savans étrangers ont proposé de lui donner le nom de *septon* : on verra sur quelle base cette dernière proposition est fondée.

5. La nature a placé sans doute l'azote parmi ses élémens ou les matières primitives les plus utiles à ses vues et à ses phénomènes, puisqu'elle en a répandu une si grande quantité sur la surface du globe, et puisqu'elle en a formé les 0,73 de l'atmosphère de la terre. L'air commun contenant près de trois fois plus d'azote en état de gaz, que d'oxigène sous la même forme, il est permis de croire qu'il sert à des usages très-multipliés et très-importans, et que la chimie ne les a pas encore, à beaucoup près, tous déterminés.

6. Dès que le gaz azote est contenu tout formé et en très-grande quantité dans l'air atmosphérique, il est évident que tous les procédés chimiques, par lesquels on absorbera l'oxigène qui y est mêlé en lui faisant perdre la forme de gaz, pourront servir à obtenir le gaz azote, pourvu qu'ils en séparent entièrement le principe de la combustion. Cependant, quoique les moyens d'isoler le gaz azote soient très-multipliés en théorie, puisque tous les corps combustibles et tous les animaux respirans semblent devoir remplir ce but, comme le plus grand nombre de ces corps ou n'enlèvent pas les dernières proportions d'oxigène, ou se fondent en tout ou en partie dans l'oxigène gazeux, le nombre des combustibles qui peuvent servir avec succès pour isoler et faire obtenir à part le gaz azote est très-peu considérable.

7. Suivant le procédé de Lavoisier, le pyrophore, espèce de produit combustible, sulfuré charboneux, dont on parlera

en détail dans une autre section, sert à obtenir le gaz azote atmosphérique en usant tout l'oxigène; mais il forme un acide gazeux, qu'il faut enlever avant d'avoir le gaz azote bien pur. Si l'on pouvait brûler du phosphore ou un métal dans l'air sans des dépenses et des soins extraordinaires, on se procurerait du gaz azote très-pur; car ces corps combustibles simples fixent tout l'oxigène : mais ces procédés, trop dispendieux, trop longs, trop délicats à pratiquer, ne peuvent pas être employés avec avantage.

8. Schéele a fait sur l'art d'obtenir le gaz azote pur une découverte dont il n'a pas connu lui-même tout le prix : elle est devenue, entre les mains des chimistes français, un des meilleurs procédés pour se procurer ce gaz. On prend une espèce de préparation combustible qui sera décrite dans un des articles suivans sous le nom de sulfure terreux ou alcalin; on le dissout dans l'eau; on remplit de cette dissolution le huitième d'un grand flacon ou d'une grande bouteille de plusieurs litres de capacité; le reste est plein d'air; on bouche bien le vase; on le tient renversé, l'ouverture en bas et plongée dans un autre vase plein d'eau pour intercepter exactement toute communication avec l'atmosphère. Après quelques jours, la dissolution sulfurée a absorbé tout l'oxigène de l'air. Si l'on débouche le flacon sous l'eau, celle-ci y monte et remplace le gaz oxigène absorbé; on voit que le cinquième environ du volume du gaz a disparu; on lave bien le gaz résidu en agitant de l'eau pure dans le vase, et ce résidu est du gaz azote pur.

9. Le citoyen Berthollet a trouvé un procédé plus court et plus simple pour se procurer ce gaz : il dégage l'azote abondamment contenu dans la chair des animaux, en traitant celle-ci par de l'acide nitrique faible dans un appareil convenable. On obtient une quantité notable de gaz azote par ce moyen : j'ai découvert depuis qu'il existait pur dans les vessies natatoires des carpes. Il suffit donc, lorsqu'on peut se procurer un grand

nombre de ces vessies, ce qui n'est pas difficile dans les poissonneries, de crever leur membrane dans des cuves pneumatochimiques, sous des cloches remplies d'eau ; le gaz azote qui les distend en sort par la pression qu'on y exerce, et vient se rassembler dans les cloches. De quelque manière qu'on ait obtenu le gaz azote, s'il est bien préparé, il jouit, dans tous les cas, de propriétés constantes et caractéristiques.

10. Le gaz azote, le plus près possible de l'état de pureté dans lequel on peut supposer l'azote, puisqu'il n'y est combiné qu'avec le calorique, a toutes les propriétés apparentes de l'air atmosphérique ; il a une odeur fade comme animale ; il n'a point de saveur sensible ; sa pesanteur est un peu moins grande que celle de l'air atmosphérique ; il pèse près d'un centième et demi de moins que lui. Le décimètre cube de ce gaz pèse près de 11,90 décigrammes, et le mètre cube près de 11,90 hectogrammes ; (le pouce cube, un peu plus de 0,44 de grain ; le pied cube, 1 once 2 gros 43 grains, suivant Lavoisier). C'est pour cela que, de deux bougies allumées dans un récipient plein d'air, la plus élevée s'éteint la première.

11. Dès qu'on plonge un corps enflammé ou brûlant dans le gaz azote, la combustion est sur-le-champ arrêtée, et le corps allumé s'éteint comme dans l'eau : un animal y est rapidement asphixié. Si l'un ou l'autre ne reste pas dans ce gaz délétère jusqu'à ce qu'il ait perdu une certaine élévation de température, on rallume l'un avec explosion, et on rappelle subitement l'autre à la vie, en les plaçant dans du gaz oxigène. Le gaz azote incomburant et irrespirable par sa nature est donc opposé, sous ce point de vue, au gaz oxigène. Celui-ci étant autrefois nommé air vital, c'est par opposition qu'on a nommé le premier gaz azote.

12. Aucun corps connu n'a la propriété de fixer ou de précipiter de son dissolvant l'azote en état de gaz ; du moins n'a-t-on encore trouvé cette propriété dans aucune substance. C'est pour cela que les chimistes ne peuvent faire que très-

peu d'expériences sur ce fluide élastique ; et qu'excepté les faits négatifs d'éteindre les bougies allumées, d'asphixier les animaux, de n'être absorbé ni par l'eau, ni par les acides, ni par les alcalis, de n'altérer en aucune manière les couleurs végétales quelconques, faits par lesquels on reconnaît ce corps gazeux d'avec tous les autres, et qui le caractérisent, on ne possède aucun procédé pour déterminer dans cet état les propriétés de l'azote, puisque rien ne peut l'enlever au calorique, et lui faire perdre sa forme gazeuse.

13. Le gaz azoté n'agit en aucune manière sur la lumière, et elle n'agit elle-même en aucune manière sur lui. Il se dilate par le calorique, dans un rapport qui n'est pas encore déterminé, mais sans changer en aucune façon de nature. Il ne s'unit point à l'oxigène en état de fluide élastique : mêlé au gaz oxigène, il forme de l'air commun à la proportion de 0,73 sur 0,27 de gaz oxigène ; ajouté à l'air atmosphérique, il le rend très-dangereux pour les animaux, lorsque sa proportion excède le tiers de ce qui en existe déja dans cet air ; respiré dans un mélange au-dessous de cette proportion dernière, il diminue l'activité, l'irritabilité et la chaleur vitales : les médecins ont commencé à le mêler ainsi à l'air pour le faire agir comme affaiblissant, rafraîchissant et asténique.

14. Quoique dans l'état de fluide élastique de la part des deux gaz, il soit certain que le gaz oxigène et le gaz azote mêlés ne forment que des espèces d'air commun dans des proportions variables, il n'est pas moins prouvé que l'un ou l'autre de ces corps solides ou liquides, et sur-tout l'azote à l'état naissant, c'est-à-dire, prêt à se dégager des corps et de prendre la forme de gaz, absorbe spécialement l'oxigène à l'état gazeux. Lorsque, dans cette dernière circonstance, les quantités d'un mélange de ces deux corps gazeux sont tellement proportionnées que le gaz oxigène en fait les 0,7 et le gaz azote les 0,3 en poids, en les exposant à des décharges ou à des étincelles électriques, dans l'un et l'autre cas, l'un

des gaz ou les deux gaz perdent leur forme élastique, se fixent l'un par l'autre, s'unissent de manière à former une espèce d'acide connu sous le nom de nitrique, comme on l'exposera avec plus de détails à l'article de cet acide dans la section troisième. Ce résultat prouve seulement que l'azote se rapproche des corps combustibles, et doit être rangé dans leur classe.

15. Il serait difficile de rapprocher ici les propriétés communiquées par l'azote, fixé en liquide ou en solide, aux composés dont il fait un des principes constituans, et cela d'ailleurs n'aurait pas l'avantage qu'ont présenté les considérations analogues sur l'oxigène, parce que le petit nombre de combinaisons connues dont l'azote fait partie, n'offre point ces caractères de propriétés générales et semblables qu'on trouve dans les corps oxigénés, et qui rapprochent tous ceux-ci de manière à en former un système bien prononcé de composés comparables. Il suffira donc de dire ici que l'azote existe dans une espèce d'alcali; qu'il est abondamment fixé dans les matières animales et dans quelques substances végétales; qu'il leur donne quelques propriétés qui seront appréciées dans un autre article.

16. On a trop peu de faits encore pour qu'on puisse comparer les connaissances acquises sur l'azote et sur le gaz azote, à celles qu'on a recueillies sur l'oxigène et le gaz oxigène. La chimie commence à peine à étudier le premier de ces corps, et a fait cependant des découvertes capitales sur plusieurs de ses combinaisons: mais il en reste encore bien davantage à faire; et l'abondance avec laquelle la nature a répandu l'azote dans l'atmosphère, vérité sur laquelle on ne saurait trop appeler les méditations des philosophes, annonce que ce principe est un de ceux qui, par les recherches ultérieures des chimistes, les conduiront le plus loin dans l'étude des phénomènes de notre globe, et pour l'agrandissement de la philosophie naturelle.

ARTICLE VII.

De l'hidrogène et du gaz hidrogène.

1. Voici encore une matière qui est dans le même cas que l'oxigène et l'azote : les chimistes ne peuvent jamais se la procurer seule et pure ; ils n'ont absolument aucun moyen de l'obtenir telle, et ils n'ont encore aucune preuve qu'elle existe à cet état dans la nature. Ils sont donc obligés, pour en reconnaître les propriétés, de l'examiner dans l'état de gaz qui se rapproche le plus de celui de sa pureté, et de rechercher quelles sont celles qu'il communique aux corps avec lesquels il se combine, ou dans lesquels la nature le présente combiné.

2. Il faut savoir d'abord qu'avant les expériences des chimistes français, et avant l'établissement de leur nomenclature méthodique sur-tout, on n'avait aucune connaissance réelle ni aucune idée positive de ce qu'ils nomment hidrogène. Les physiciens, qui n'avaient encore étudié que quelques propriétés de l'air inflammable, ne s'étaient occupés ni de concevoir, ni d'apprécier la nature et la fixation de sa base ; et d'ailleurs ils avoient commencé par adopter sur cette espèce de gaz des idées fort étrangères à celles que les chimistes pneumatistes s'en sont formées et ont prouvées depuis.

3. L'hidrogène, d'après tous les travaux qui ont eu la recherche de sa nature et de ses propriétés pour objet, est la base du gaz inflammable pur, qu'on a nommé, suivant la même marche de la nomenclature, gaz hidrogène. C'est un corps éminemment combustible, dont le caractère spécifique, source du nom qui lui a été donné, est de former l'eau avec l'oxigène qui le brûle, qui est très-dissoluble dans le calorique, et qui prend le plus facilement la forme gazeuse la plus rare possible, qui se trouve fixé dans beaucoup de combinaisons,

et dont les propriétés, exactement et méthodiquement reconnues dans les expériences et la doctrine pneumatiques, ont beaucoup avancé la théorie générale de la chimie. Il faut étudier successivement le gaz hidrogène et l'hidrogène.

4. Quoiqu'on ait depuis long-temps une connaissance quelconque de vapeurs inflammables naturelles des mines, des carrières de charbon de terre, ainsi que de celles qui se dégagent dans plusieurs opérations de chimie, telles que les dissolutions métalliques dans les acides, etc.; quoiqu'on eut décrit et remarqué leurs propriétés combustible et détonante, comme on le voit dans les ouvrages de Boyle, de Hales, de Boerhaave, et de Stahl, ce n'est qu'en 1766 que M. Cavendish a bien reconnu l'existence de ce fluide élastique, et l'a bien distingué de tous les autres, en le recueillant en particulier et en examinant ses propriétés. MM. Priestley, Sennebier et Volta l'ont ensuite étudié avec soin dans la plupart de ses combinaisons. On l'appelait alors *air inflammable* ou gaz *inflammable*. En 1787, en le reconnaissant comme formé d'un être simple fondu dans le calorique, et en distinguant soigneusement sa base d'avec le gaz lui-même, les chimistes pneumatistes français l'ont caractérisé par les mots gaz hidrogène et hidrogène.

5. Ce n'est point parmi les produits naturels qu'on peut recueillir le gaz hidrogène. Celui qui se dégage abondamment des couches de charbons fossiles humectés ou exposés à l'air, des végétaux pourris au fond des eaux stagnantes, des étangs, des marais, des terrains tourbeux, n'est rien moins que du gaz hidrogène pur. Il contient plusieurs substances diverses en dissolution, et ses propriétés varient singulièrement, suivant le nombre et la proportion de ces substances. Il en est de même de celui qui s'exhale des volcans enflammés, des laves rouges coulant dans l'eau, des eaux minérales sulfureuses. On verra par la suite que ces gaz sont autant d'espèces diverses de gaz inflammables, dont le gaz hidrogène fait bien la base

constante, mais dans lesquelles ce gaz est en même temps le dissolvant de plusieurs matières différentes, et en proportions variées.

6. Pour obtenir le gaz hidrogène le plus pur, ou plutôt le moins impur possible, car c'est un problème encore irrésolu en chimie de l'avoir dans un état de pureté parfaite, on se sert ou de l'action de l'eau sur le fer rougi au feu, ou de la dissolution de fer très-doux ou de zinc dans l'acide sulfurique ou dans l'acide muriatique étendus d'eau. C'est pendant l'action réciproque de ces matières, et par le jeu d'attractions électives, qui seront exposés dans la sixième section de cet ouvrage, que le gaz hidrogène se dégage et qu'on le recueille dans des appareils convenables, c'est-à-dire dans des cloches ou flacons pleins d'eau, renversés sur des tablettes de cuves pneumato-chimiques, et recevant les extrémités de tubes qui partent des bouteilles où s'opèrent les dissolutions. Toutes les autres opérations dans lesquelles on obtient des gaz inflammables, comme les distillations de matières organiques, ne donnent que du gaz hidrogène très-impur, et dont on ne peut pas séparer les substances différentes qui l'altèrent.

7. Le gaz hidrogène obtenu par les deux procédés généraux indiqués, et dont la décomposition de l'eau est la source commune, comme je le prouverai ailleurs, et comme l'annoncent les mots hidrogène et gaz hidrogène, qui expriment le fait même de son dégagement de l'eau dont il est un des principes, ou sa résolution en eau lorsqu'on le fixe dans des combinaisons, n'a pas à l'œil de différence très-sensible d'avec l'air ordinaire ou d'autre gaz, tant qu'il est renfermé dans des vases transparens. Cependant, à la rapidité avec laquelle il se dégage et s'élève en grosses bulles au-dessus de l'eau, qu'il traverse beaucoup plus vîte que ne le font tous les autres gaz insolubles, et en particulier le gaz oxigène, l'air commun et le gaz azote, on peut, jusqu'à un certain point, le distinguer d'avec eux et le reconnaître. Ce prompt dégagement, cette ascension accélérée dépendent de sa grande légèreté.

8. Quand il est le plus pur possible, le gaz hidrogène pèse treize fois moins que l'air commun : il est rare qu'on l'obtienne assez pur pour avoir cette légéreté. La pesanteur la plus ordinaire, d'après les expériences de Lavoisier, est telle qu'un décimètre cube de ce gaz répond à plus de 0,94 de décigramme ; conséquemment un mètre cube, à 0,94 d'hectogramme. (Le pouce cube de gaz hidrogène pèse à-peu-près 0,035 de grain ; et le pied cube 61,15 grains.) C'est à cette légéreté, le plus communément de 9 à 11 plus considérable que celle de l'air, qu'est due l'ascension des machines aérostatiques ou des enveloppes qui le contiennent dans l'air de l'atmosphère ; et c'est à cette magnifique découverte française que la philosophie, qui lui doit déja l'agrandissement de la puissance et du domaine de l'homme, lui devra par la suite la connaissance des phénomènes de l'atmosphère, et la création comme le perfectionnement de la chimie météorique. En raison de sa légèreté, il se tient dans des vases ouverts et renversés, tandis que leur ouverture étant placée en haut il s'élève et est bientôt remplacé par l'air.

9. Le gaz hidrogène est encore distingué de tous les autres par une odeur particulière. Quoiqu'on ait reconnu par l'expérience que son odeur est singulièrement augmentée par la dissolution de quelques corps combustibles qu'il recèle si souvent sous sa forme gazeuse, il n'est pas moins certain qu'il est doué lui-même d'une odeur faible, assez analogue à celle que les chimistes ont toujours distinguée par le nom d'empyreumatique, parce qu'en effet c'est à sa surabondance et à son dégagement que les huiles désignées par ce nom doivent elles-mêmes leur caractère odorant.

10. Dès qu'on approche du gaz hidrogène, mis en contact avec l'air, un corps enflammé quelconque, il s'allume et brûle plus ou moins tranquillement, sans bruit, avec une flamme blanche dont la couleur est sujette à varier par la moindre quantité de matière étrangère tenue en dissolution

dans ce gaz. Les bougies, les chandelles, le papier, le bois allumés, lui communiquent à l'instant même du contact leur flamme, et cela à toutes les températures. L'étincelle électrique l'allume également. Le charbon et les métaux rouges ne l'enflamment point. Comme c'est le plus léger de tous les corps combustibles, il est aussi le plus promptement brûlé. Le seul contact du calorique ou de la lumière, isolés l'un de l'autre, ne le fait pas prendre feu. Le premier le dilate ou le raréfie dans une raison qui n'est pas encore connue. Il en est de même de la réfraction qu'il fait éprouver aux rayons lumineux : quoiqu'elle soit déja reconnue supérieure à la raison de sa densité, et plus analogue à celle de sa combustibilité, aucune expérience exacte n'a encore permis de prononcer sur cet objet important. Aucune pression, quelque condensable que soit ce gaz, ne peut séparer l'hidrogène de son dissolvant, et le faire obtenir à part.

11. Les propriétés déja indiquées dans le gaz hidrogène (Nos. 7, 8, 9 et 10) prouvent que celui qui se dégage quelquefois abondamment de la surface de la terre, s'élève dans les régions supérieures de l'atmosphère, s'y rassemble en masses plus ou moins considérables, qui, par leur inflammation plus ou moins subite, rapide ou successive, produisent les divers météores lumineux, comme les éclairs, la foudre, les aurores boréales, les globes de feux, les étoiles tombantes, filantes, etc.

12. Le gaz hidrogène n'est pas par lui-même délétère de la vie animale. Schéele l'a respiré le premier plusieurs fois de suite sans danger et presque sans mal-aise. D'autres chimistes ou physiciens ont répété depuis cette expérience avec succès. Elle dépend cependant de la sensibilité des individus. Lorsque les animaux vivans, qu'on tient plongés dans le gaz hidrogène, y sont asphixiés et tués, c'est plutôt par défaut de gaz oxigène, que par l'impression funeste de ce gaz. On le respire facilement encore, quand il est mêlé de gaz oxigène

ou d'air commun. Le sang des animaux qui ont péri asphixiés dans le gaz hidrogène est d'une couleur violette foncée ou presque noire ; leur cœur et leurs muscles ont perdu toute leur force irritable. La cause de ces phénomènes sera exposée dans une des dernières sections de cet ouvrage. Le gaz hidrogène ne peut pas plus servir à la combustion qu'à la respiration. Les corps allumés ou enflammés qu'on y plonge s'éteignent sur-le-champ.

13. Le gaz hidrogène n'éprouve aucune action de la part du gaz oxigène ; et ces deux fluides mêlés en toutes proportions ne s'unissent pas au moins sans un contact très-long : encore ce dernier fait n'est-il pas bien constaté. Mais si, lorsqu'on a mêlé ces deux gaz dans la proportion de près d'une partie (en volume) de gaz oxigène avec deux parties de gaz hidrogène, ou mieux encore par les poids 0,85 parties du premier et 0,15 parties du second, on approche de ce mélange un corps enflammé ; ou si l'on excite au milieu même de ce mélange une décharge électrique, il y a une combustion si rapide, que l'air en est frappé avec force, et qu'il se produit une détonation violente. En faisant cette expérience dans des vaisseaux clos au-dessus du mercure ou de l'eau, il ne reste presque rien, et si les mesures sont exactes, absolument rien des deux gaz. Ils sont tous les deux convertis par la combinaison intime des deux bases, oxigène et hidrogène, en eau pure qui correspond au poids total des deux fluides combinés. C'est de cette belle expérience, faite et répétée un grand nombre de fois avec tous les soins imaginables, que les chimistes français ont conclu, comme on le dira plus en détail à l'article de l'eau, que ce corps est un composé de 0,85 d'oxigène et de 0,15 d'hidrogène.

14. Comme il est bien prouvé que l'air commun n'entretient la combustion qu'à l'aide du gaz oxigène qu'il contient, il est facile de comprendre que, pour brûler une quantité donnée de gaz hidrogène, il faut y mêler beaucoup plus d'air

atmosphérique que de gaz oxigène ; et qu'il est nécessaire d'en ajouter jusqu'à ce que la proportion de ce dernier, contenu dans l'air commun, soit telle qu'elle surpasse près de six fois la proportion du gaz hidrogène. Ainsi, pour brûler rapidement ou faire détonner deux parties (volume) de gaz hidrogène, comme dans l'expérience citée n°. 13, il faut, au lieu d'une partie (volume) de gaz oxigène, près de cinq parties d'air commun. Alors la détonation est à peu près de la même force ; tout le gaz hidrogène est brûlé et converti en eau, et l'on ne trouve dans le résidu aériforme qui reste après l'opération, que le gaz azote qui existait dans l'air atmosphérique. Voilà sur quoi est fondée la construction de l'eudiomètre de Volta, physicien et professeur de Pavie. C'est un tube dans lequel on allume, par l'étincelle électrique, des mélanges divers de gaz hidrogène et d'airs respirables que l'on veut essayer. Quand la détonation est faite, on laisse entrer l'eau qui occupe le vide formé, et on juge par la diminution de volume la nature de l'air qu'on a examiné. Mais ce procédé est encore plus utile pour faire connaître la diversité des gaz hidrogènes composés, et le citoyen Berthollet l'a employé avec succès pour cet usage, comme on le fera voir ailleurs.

15. Puisque tous les faits précédens prouvent que le gaz hidrogène est éminemment distingué de tout autre corps gazeux par son inflammabilité, et des autres corps combustibles par l'eau qu'il forme en se combinant avec l'oxigène, il en résulte que pendant cette dernière combinaison qui a lieu, comme on l'a vu, par le contact d'un autre corps enflammé ou par l'étincelle électrique, pendant que les deux gaz perdent leur gazéité, leurs bases se rapprochent et se condensent en liquide aqueux, à mesure qu'elles se combinent, il doit se dégager une quantité de lumière et de calorique proportionnelle à l'état de densité qu'ils acquièrent, et à la capacité pour le calorique qu'ils prennent. Lavoisier et Laplace ont estimé, par leurs expériences calorimétriques, qu'une partie (1 livre) de gaz

hidrogène, absorbant dans sa combustion plus de 5 parties et demie (5 livres 10 onces 5 gros 24 grains) de gaz oxigène, dégageait de ce dernier une quantité de calorique capable de fondre près de 300 parties (295 livres 2 onces 3 $\frac{1}{2}$ gros) de glace à 0. Ayant prouvé d'ailleurs par d'autres expériences dont je parlerai à l'article du phosphore, que ce dernier corps combustible, qui dégage le plus de calorique du gaz oxigène, et l'absorbe le plus solide possible, aurait en effet dégagé de cette même quantité de gaz oxigène une proportion de calorique capable de fondre plus de 377 parties (377 livres 12 onces 3 gros) de glace, il doit en rester dans l'eau formée une quantité représentée par plus de 82 $\frac{1}{2}$ parties (82 livres 9 onc. 7 $\frac{1}{2}$ gros) de glace à 0, c'est-à-dire, dans chaque partie (livre) d'eau, de quoi fondre près de 12 $\frac{1}{2}$ parties (12 livres 5 onces 2 gros 48 grains) de glace. Cependant ces habiles physiciens ne comptent point le calorique contenu dans le gaz hidrogène, et dont une grande partie se dégage sans doute, puisque ce gaz, en se liquéfiant en eau, acquiert une pesanteur égale à 850 $\times$ 13 = 11050 de plus que sa base fondue dans le calorique n'en avait, puisque le poids du gaz hidrogène est à celui de l'air comme 13 : 1, et celui de l'eau au poids de l'air comme 850 : 1. D'où il suit que vraisemblablement l'oxigène retient dans l'état d'eau beaucoup plus de calorique qu'ils ne l'ont annoncé, puisque celui qu'ils ont mesuré par le calorimètre provenait en partie du gaz hidrogène. Mais on verra par la suite que l'azote, en s'unissant au gaz oxigène, en dégage encore une quantité de calorique beaucoup plus petite, et en retient beaucoup davantage dans sa combinaison acide.

16. Quoique le gaz hidrogène ne s'unisse avec le gaz oxigène que par l'effet de la combustion et à l'aide du contact d'un corps enflammé, l'hidrogène fixé dans un grand nombre de combinaisons même solides, et qui leur donne, comme on le verra dans les sections des composés végétaux et animaux, la combustibilité, la volatilité, la forme huileuse, souvent de

la légèreté, etc., au moment où il commence à s'en dégager par les premiers effets de leur décomposition si facile, à cet état que les chimistes modernes ont appelé gaz hidrogène naissant, c'est-à-dire à l'instant même où il tend à prendre la forme gazeuse, absorbe assez facilement, et fixe l'oxigène atmosphérique, avec lequel il constitue de l'eau qui se dissipe en vapeur dans l'atmosphère, ou qui se rassemble en goutelettes à la surface des corps qui présentent ce phénomène. On en développera toute l'influence dans l'histoire des substances dans lesquelles il a lieu.

17. Le gaz hidrogène ne fait que se mêler sans contracter d'union chimique avec le gaz azote. Mais, toutes les fois que l'hidrogène trouve l'azote en proportion convenable, et que l'un et l'autre tendent à se dégager d'un composé solide ordinairement complexe, dont ils faisaient tous deux parties constituantes, ils s'unissent intimément et forment l'ammoniaque, espèce d'alcali, dont les propriétés seront examinées dans la section suivante. Sa formation est liée à un si grand nombre de faits chimiques, qu'on doit compter la découverte que j'énonce ici comme une des plus utiles vérités que la science possède. On en doit la première vue à Schéele, et, comme on le verra plus bas, la connaissance exacte ou la véritable acquisition au citoyen Berthollet.

18. Il est presque superflu de faire remarquer que les propriétés que je viens de faire connaître dans le gaz hidrogène et dans l'hidrogène, et qui ne sont encore que superficielles ou préliminaires, telles que l'ordre sévère adopté dans cet ouvrage de ne parler de l'action réciproque des corps qu'à mesure qu'on les étudie, m'a permis de les développer, sont une des plus précieuses acquisitions de la doctrine pneumatique, et qu'elles offrent les plus nombreuses comme les plus utiles applications à toutes les branches de la philosophie naturelle, ce qui sera prouvé dans chacun des articles qui vont suivre celui-ci.

19. Les usages ou propriétés usuelles du gaz hidrogène ne

doivent pas non plus être tracées ici ; car il est impossible d'employer ce corps pur et tel qu'il a été considéré dans cet article. Ainsi les gaz inflammables dont on se sert pour s'éclairer, se chauffer, etc. échauffer des corps ou des systêmes de corps, ne sont pas véritablement celui dont il s'agit ici, et on aura plusieurs autres occasions de parler de ces gaz particuliers, dans différentes sections de cet ouvrage.

ARTICLE VIII.

Du carbone.

1. Le nom de carbone a été donné par les chimistes français à la matière simple ou indécomposée, contenue abondamment dans les diverses espèces de charbons connus, mais qu'il est bien essentiel de ne pas confondre avec le charbon proprement dit. Celui-ci est le plus souvent une matière noire qui reste après les décompositions partielles des substances végétales ou animales, opérées par la nature ou par l'art. Cette matière, outre le carbone qu'elle recèle dans sa composition, est chargée de plusieurs autres substances qui sont étrangères au carbone, et on n'en sépare véritablement ce dernier que par la combustion complète.

2. On est donc bien obligé d'adopter, pour bien concevoir la nature du carbone, des idées analogues à celles qui ont été données dans les articles précédens sur l'oxigène, l'azote et l'hidrogène. On n'a pas plus de carbone pur dans la nature ou dans les produits des arts, qu'on n'a ces trois derniers corps ; ou au moins si le carbone existe quelque part isolé ou pur dans le globe, les chimistes ne l'ont point encore trouvé. Cependant, malgré ce rapprochement essentiel, le carbone diffère, même sous ce point de vue, de l'oxigène, de l'azote et de l'hidrogène, en ce qu'on ne le trouve jamais uni au calorique sous forme gazeuse, et en ce que, même dans l'état de charbon, on peut, au moins dans quelques espèces de ces charbons, le regarder comme plus près de son état de pureté, et plus propre à y présenter les pro-

priétés qui le caractérisent, que ne le sont ces trois corps dans aucune de leurs combinaisons.

3. Le carbone a encore une autre différence essentielle d'avec les trois premiers corps auxquels je viens de le comparer ; c'est qu'on ne voit pas qu'il soit rassemblé en masses aussi grandes qu'eux, quoiqu'il soit très-abondant au sein des combinaisons naturelles. C'est certainement un des principes dont la nature dispose avec le plus de profusion dans la formation des composés ; mais elle ne l'offre que disséminé sur un grand nombre de points, et jamais réuni en masse comme le gaz oxigène et le gaz azote. Il paraît cependant que sans y être à beaucoup près pur, il existe au moins sous la forme de fossile et de dépôts ou de couches, et même de filons dans l'intérieur du globe.

4. On se procure le carbone, non pas pur et séparé de tout autre corps, mais plus ou moins approchant de sa pureté, en décomposant par le feu la plupart des matières végétales, et sur-tout le corps ligneux qui en contient une grande quantité. On le met presque à nud, ou au moins dans l'état de charbon où le carbone est uni à quelques corps étrangers et à un peu d'oxigène et d'hidrogène, en volatilisant toutes les substances vaporables qui lui sont unies dans le bois, comme on le fait dans l'art du charbonnier. L'eau dans laquelle séjournent les arbres produit le même effet, mais plus lentement sur le corps ligneux végétal. Elle dissout peu à peu les divers matériaux solubles de ce corps, et elle laisse son charbon à nu.

5. Le carbone qu'on isole par la pensée d'avec les substances étrangères qui lui sont unies dans les charbons, semble être, sous la forme de molécules solides, d'un noir assez prononcé pour qu'on soit porté à croire qu'il est essentiellement de cette couleur, et qu'il la communique à une foule d'autres corps. C'est son excès, comme on le verra par la suite, qui est la source de la plupart des couleurs végétales, et qui les rend même durables et intenses. Il paraît encore qu'il porte la même nuance dans

quelques composés minéraux dont il fait partie essentielle, comme je le ferai voir dans une autre section à l'occasion de plusieurs composés ferrugineux.

Cependant il y a des raisons de penser que cette couleur noire des charbons n'est pas un véritable caractère du carbone, et qu'elle est liée à son union avec une petite portion d'oxigène et d'hidrogène dont il n'est jamais exempt dans son état de charbon.

On verra d'ailleurs par la suite que dans beaucoup de composés le carbone, quoique très-abondant, leur laisse une couleur blanche souvent très-éclatante, comme celle du coton, etc. Enfin le diamant qui sous certains rapports, ainsi qu'on le verra bientôt, se rapproche singulièrement du carbone pur, est d'autant plus blanc et transparent qu'il est moins altéré par des substances étrangères.

6. On ne connaît ni saveur ni odeur au carbone. Ses molécules n'ont jamais entre elles, quelque dense que soit leur agrégation, une adhérence assez forte pour qu'il ne soit pas très-fragile ; sa fragilité est même d'autant plus grande dans les charbons, que le carbone y est plus mêlangé. Il est vraisemblable que les molécules du carbone restent toujours à une assez grande distance les unes des autres. Elles n'ont pas la propriété de se disposer régulièrement, et ne lui laissent jamais prendre une forme cristalline dans les charbons. Peut-être en est-il susceptible quand il est très-pur, ainsi que je le ferai remarquer dans l'histoire du diamant.

7. Le carbone absorbe fortement la lumière, comme le prouve la couleur noire du charbon. Il est très-fixe au feu, parfaitement infusible et indissoluble par le calorique, et il passe avec raison pour le corps le plus réfractaire de la nature. Aussi est-il souvent employé comme creuset pour contenir des matières difficiles à fondre, ou comme support lsrsqu'on traite beaucoup de corps au chalumeau. Comme le carbone est mauvais conducteur du calorique, on s'en sert avec succès pour brasquer les creu-

sets, pour en envelopper les fourneaux et y concentrer la chaleur; la propriété infusible est ici d'accord avec la propriété non conductrice du calorique. Dans beaucoup d'arts cette propriété devient de la plus grande utilité.

8. Quoiqu'à froid ou à une température basse, il ne paraisse pas exister une grande attraction entre l'oxigène et le carbone, et que conséquemment le charbon reste inaltérable dans le gaz oxigène, qu'il ne fait qu'absorber et retenir quelque temps entre ses molécules comme tous les corps gazeux, il y a cependant un grand nombre de cas où le carbone très-divisé a la propriété de se combiner avec ce gaz, et de s'y dissoudre peu à peu. C'est la combustion lente de ce corps; c'est celle qui a lieu sans lumière, sans chaleur sensible, dans le contact des matières organiques et du gaz oxigène ou de l'air commun. On la retrouve également parmi les phénomènes les plus remarquables de la respiration.

9. Lorsqu'on élève la température du charbon jusqu'à le faire rougir, et qu'on le met rouge en contact avec le gaz oxigène, le carbone y brûle avec activité, scintillation, flamme peu éclatante, mais très-sensible. On le voit bientôt disparaître, se fondre dans le gaz oxigène, prendre conséquemment sa forme fluide élastique. On trouve que vingt-huit parties de carbone peuvent disparaître ou se fondre ainsi dans soixante-douze parties de gaz oxigène, et qu'il résulte de cette combustion et de cette dissolution aériforme du carbone qui en est le produit, un nouveau gaz un peu moins volumineux que le gaz oxigène qui lui a donné sa forme, d'une pesanteur spécifique presque double de la sienne, et qui, comme acide carbonique, sera traité dans la troisième section.

10. Cette combustion, l'un des plus beaux résultats de la chimie moderne, et des recherches de Lavoisier, laisse dégager du gaz oxigène beaucoup moins de calorique encore que ne le fait le gaz hidrogène, ce qui est prouvé non-seulement par la forme gazeuse qu'acquiert le carbone et que conserve l'oxigène

dans cette combinaison, mais encore par la mesure prise à l'aide du calorimètre. Lavoisier et Laplace ont trouvé que dans la combustion du carbone par le gaz oxigène un peu plus de deux parties et demie (deux livres neuf onces un gros dix grains) de ce dernier, nécessaires pour brûler et dissoudre une partie (une livre) de carbone, ne perdaient qu'une quantité de calorique représentée par quatre-vingt-seize parties et demie (quatre-vingt-seize livres huit onces) de glace fondue, tandis que pour devenir solide la même quantité de gaz oxigène aurait dû en perdre une quantité égale à plus de cent soixante-onze parties (cent soixante-onze livres six onces cinq gros) de glace fondue; ainsi il lui en reste une proportion représentée par près de soixante-quinze parties (soixante-quatorze livres quatorze onces cinq gros) de glace, ce qui prouve qu'une partie (une livre) de gaz acide qui en est le produit, retient une quantité de calorique qui pourrait fondre près de vingt-une parties (vingt livres quinze onces cinq gros) de glace. Aussi la combustion du carbone est-elle une de celles qui donne le moins de chaleur et de lumière, parce que son produit en retient ce qui lui est nécessaire pour prendre tout entier la forme fluide élastique.

11. On conçoit actuellement ce qui se passe lorsqu'on allume du charbon dans une quantité donnée d'air commun, ou lorsque cet air n'est pas renouvelé. Le carbone rouge se combine peu à peu avec les 0,27 de gaz oxigène atmosphérique, il s'y dissout de manière à perdre sa masse visible, et à ne laisser que quelques atômes de cendre; l'air ne doit diminuer que très-peu de volume, quoique le carbone, en se dissolvant dans le gaz oxigène, en rapproche les molécules et se condense; à la place de ce gaz, l'air se trouve bientôt chargé d'un acide gazeux mêlé du gaz azote qui en fait les 0,73. Aussi l'air, gâté et vraiment détruit dans sa partie vitale et respirable par cette combustion, produit-il tous les accidens les plus funestes. C'est ce qu'on nomme l'asphixie par la vapeur du charbon. On verra bientôt que d'autres circonstances relatives au charbon, en augmentent encore le danger.

12. Il n'y a pas d'action connue entre le carbone et le gaz azote. Ce dernier ne paraît pas avoir une attraction sensible pour le carbone. On verra par la suite qu'il s'y combine facilement et abondamment, lorsqu'un troisième principe, l'hidrogène, ajoute son attraction à la sienne. Les composés d'azote, d'hidrogène et de carbone, qui souvent recèlent en même temps plus ou moins d'oxigène, sont très-fréquens parmi les matières végétales et animales; l'acide prussique, produit important qui sera examiné ailleurs, est un de ces composés.

13. Il existe une attraction assez marquée entre le carbone et l'hidrogène, pour qu'on rencontre très-souvent ce composé, nommé hidrogène carboné, ou carbone hidrogéné, suivant la proportion respectivement plus grande de l'un ou de l'autre, dans les composés végétaux. Mais, outre cette attraction de radicaux, le gaz hidrogène peut tenir facilement en dissolution une quantité plus ou moins grande de carbone, ce qui a lieu toutes les fois qu'il se dégage d'une matière qui contient elle-même du carbone plus ou moins abondant et divisé. Cette dissolution qu'on obtient très-variée et dans une foule d'opérations chimiques, depuis la simple exposition du charbon dans une cloche pleine de gaz hidrogène aux rayons du soleil (dans laquelle exposition on voit le charbon se dissiper et le gaz hidrogène diminuer de volume à mesure qu'il en dissout,) jusqu'aux décompositions rapides par le feu, ou lentes et spontanées qu'éprouvent au fond des eaux les substances végétales et animales. Dans toutes ces circonstances, on obtient du gaz hidrogène carboné. Le charbon lui-même, lorsqu'il est humide ou lorsqu'il a été tenu quelque temps plongé dans du gaz hidrogène, commence, dès qu'on l'allume, à répandre dans l'atmosphère ce gaz délétère, qui augmente encore les dangers de sa combustion dans des endroits fermés.

14. Le gaz hidrogène carboné, formé si facilement dans toutes les conditions exposées, varie, comme on l'a déja dit, suivant les proportions de carbone qu'il contient, et prend des propriétés

variées également en raison de ces proportions, en sorte qu'on l'a regardé et décrit comme s'il formait autant de gaz inflammables différens. Celui qui se dégage des eaux stagnantes et bourbeuses des marais, des tourbières, des latrines, des égoûts, celui qu'on obtient de la dissolution de quelques métaux carbonés pendant leur oxidation dans les acides faibles, celui qui s'exhale souvent des mines de charbon-de-terre, des bouches de volcans, ceux qu'on retire des matières végétales et animales distillées à différentes températures, de l'alcool, de l'éther, des huiles traitées par divers réactifs, et sur-tout par les acides concentrés, tous ces gaz inflammables divers dont il sera parlé dans beaucoup d'autres articles de cet ouvrage, sont du gaz hidrogène carboné, formant autant de variétés qu'il y a de proportions différentes dans ses principes; et quelquefois même d'autres matières combustibles se joignent encore au carbone dissous dans le gaz hidrogène qui en fait constamment le base ou le radical.

15. Quelque nombreuses que puissent paraître, d'après cet exposé, les variétés du gaz hidrogène carboné, ainsi que celles des propriétés qu'il présente, on peut cependant reconnaître dans l'ensemble de ces variétés une suite de caractères qui les rapprochent, et qui en font comme un genre distinct de composés. On sent bien qu'on ne doit s'occuper ici que de ces caractères génériques. Le gaz hidrogène carboné est plus lourd que le gaz hidrogène pur; il ne peut que rarement servir à la construction des machines aérostatiques; il a une odeur fétide d'autant plus grande, qu'il tient plus de carbone en dissolution; il éteint les corps combustibles enflammés, et asphixie plus profondément les animaux que le gaz hidrogène pur; il brûle avec moins de rapidité en général que ce dernier: souvent sa flamme est bleue et pâle; quelquefois elle est rouge ou blanche, très-éclatante, et comme huileuse. Il dépose souvent du carbone reconnaissable à sa couleur noire, lorsqu'on le traite par différens procédés; il est en général plus facilement

et plus abondamment condensé ou absorbé par le charbon. Dans quelques circonstances, il forme de l'huile, et il a été spécialement nommé alors gaz *oléfiant.* Il en sera reparlé dans les sections des matières végétales et animales, qui en fournissent dans leur décomposition les variétés les plus nombreuses et les plus remarquables. On en fait l'analyse exacte par leur combustion dans l'appareil eudiométrique de Volta : il donne toujours, en brûlant, plus ou moins de l'acide formé par le carbone et l'oxigène.

16. Je viens de décrire les propriétés générales du gaz hidrogène carboné. Le carbone hidrogéné existe solide dans presque tous les charbons qui retiennent plus ou moins d'hidrogène, souvent uni à un peu d'oxigène. C'est pour cela que tous les charbons, chauffés dans des appareils pneumato-chimiques, donnent du gas hidrogène carboné et de l'acide carbonique. C'est encore pour cela que, brûlés dans des quantités déterminées de gas oxigène, les charbons donnent de l'eau en même temps que de l'acide carbonique. La présence de cet hidrogène dans les charbons explique encore l'odeur infecte et le gas pernicieux qui s'en élève aux premiers momens de leur combustion, et lorsqu'ils commencent à s'allumer. Aussi regarde-t-on aujourd'hui les charbons végétaux et animaux comme des *oxides de carbone hidrogéné.* Cette considération, qui sera réprésentée par la suite, conduit, comme je le ferai voir ailleurs, à des résultats de la plus grande importance pour l'explication d'un assez grand nombre de phénomènes de la nature et des arts.

17. Les usages du carbone sont très-multipliés en chimie; on y emploie avec un grand succès son attraction élective très-forte pour l'oxigène. Après l'hidrogène, c'est le corps qui l'attire le plus fortement; encore, à de hautes températures, est-il plus attiré que lui par l'oxigène : c'est pour cela que je l'ai placé à la suite de l'hidrogène, en disposant tous les corps combustibles dans une série relative à leur attraction élective

pour ce principe. On verra dans les articles suivans, que le carbone sert spécialement à désoxigèner beaucoup de corps brûlés, à les ramener à leur état simple de corps combustibles, et à faire connaître beaucoup de ces derniers. Il n'est pas douteux non plus, même d'après le peu de faits que j'ai été forcé de réunir encore dans cet article par l'ordre adopté généralement pour cet ouvrage, que le carbone est un des principes dont la nature se sert pour former le plus grand nombre des composés : il sera prouvé par la suite qu'il fait la base de toutes les matières végétales, et qu'il joue un très-grand rôle dans l'animalisation.

ARTICLE IX.

Du phosphore.

1. Le phosphore est la quatrième substance combustible simple ou indécomposée placée dans cette section ; car l'azote doit être rangé parmi ces corps en raison de son attraction et de sa combinaison avec l'oxigène. Le phosphore tient le troisième rang parmi ces matières (l'azote n'ayant été placé en premier lieu que par rapport à sa grande abondance dans la nature et à son existence dans l'air), parce qu'il occupe, en effet, ce rang dans l'ordre de ses attractions pour l'oxigène.

2. Le mot phosphore, qui veut dire porte-lumière, a été donné à ce corps combustible, parce qu'il est sans cesse lumineux dans l'air, et parce que c'est celui de tous les corps spontanément lumineux qui, en répandant le plus d'éclat, conserve aussi plus long temps cette propriété, et qu'il la tient d'ailleurs de sa nature particulière et combustible, tandis qu'une foule de substances n'ont de phosphorescence que par accident, la plupart d'entre elles exhalant, en quelque sorte, la lumière dont elles ont été pénétrées. Le mot phosphorescence exprimant une propriété générale, doit donc être soigneusement distingué de

celui de phosphore qui désigne et représente une substance particulière.

3. Le phosphore est encore une acquisition nouvelle parmi les hommes ; il leur a été long temps inconnu, et comme caché à leurs yeux par la nature ; ou si les anciens l'ont possédé, s'ils ont su le retirer de ses combinaisons naturelles, l'histoire ni la tradition n'offrent aucune trace de cette découverte. C'est vers la fin du dix-septième siècle seulement que ce corps a été trouvé ; plus de soixante ans de travaux ont à peine permis aux chimistes d'apprendre à l'obtenir constamment en quantité suffisante pour pouvoir le soumettre à quelques expériences : encore, malgré tous les perfectionnemens que l'art d'extraire le phosphore a reçus depuis les cinquante dernières années du dix-huitième siècle, on est loin de posséder ce corps combustible en quantité aussi considérable que tous les autres, et de pouvoir conséquemment l'employer comme ceux-ci dans les recherches de chimie.

4. C'est un alchimiste de Hambourg, nommé Brandt, qui, en cherchant la pierre philosophale qu'il ne trouva pas, fit, par hasard, en 1677, la découverte du phosphore qu'il ne cherchait point. La singularité de ce nouveau produit engagea Kunckel à s'associer avec un de ses amis, nommé Krafft, pour acheter le secret de sa préparation : celui-ci ayant trompé son ami, et ayant gardé le secret pour lui, Kunckel ne sachant autre chose sur sa préparation, sinon que le phosphore était fabriqué avec l'urine, entreprit courageusement un grand travail sur cette matière ; il parvint à obtenir du phosphore, auquel on donna long-temps le nom de phosphore de Kunckel, à cause du succès de ses recherches éclairées. Boyle passe aussi pour avoir trouvé le phosphore, et en avoir remis au secrétaire de la société royale de Londres en 1680. En 1679, Krafft en avait apporté un petit morceau à Londres pour le faire voir au roi et à la reine d'Angleterre. Boyle donna son procédé à Godfried Hankwitz, chimiste praticien de Londres,

qui, pendant plusieurs années, en fournit à tous les physiciens de l'Europe. Ce dernier et Kunckel furent quelque temps les seuls chimistes qui en surent préparer. Cependant Boyle décrivit son procédé dans les Transactions philosophiques de 1680 ; Krafft inséra le sien, après l'avoir plusieurs fois vendu, dans un Traité des phosphores de l'abbé de Commines, publié dans le Mercure de juin 1683. Celui de Brandt fut communiqué dans le recueil expérimental de Hoock, donné en anglais en 1726 par Deerham. Homberg en fit connaître un qu'il disait avoir vu pratiquer à Kunckel, dans les Mémoires de l'académie des sciences de 1692. Techmeyer, Hoffmann, Niewentuit et plusieurs autres chimistes décrivirent successivement des procédés pour obtenir le phosphore ; et cependant cette opération n'était point pratiquée dans les laboratoires, jusqu'à ce qu'un étranger ayant vendu au gouvernement français, en 1737, un procédé pour le faire réussir, et l'académie des sciences de Paris l'ayant fait répéter par Dufay, Geoffroy, Duhamel et Hellot, ce dernier rédigea avec beaucoup de soin et de clarté l'expérience qui eut du succès. Rouelle l'aîné fit du phosphore dans les cours qu'il ouvrit à Paris quelques années après cette époque de 1737. Margraf donna en 1743 une amélioration remarquable dans le procédé, en indiquant de mêler du muriate de plomb avec l'extrait d'urine et le charbon. Trente années se passèrent ensuite avant que l'art eût fait quelque progrès remarquable dans l'extraction du phosphore ; on n'en faisait que rarement, difficilement et en petite quantité dans les laboratoires, et ce n'était encore qu'un simple objet de curiosité et le sujet de quelques expériences de physique. On ne possédait qu'un ou deux petits bâtons de phosphore dans les cabinets, lorsqu'en 1774, Gahn et Schéele firent en Suède une découverte capitale qui augmenta beaucoup la quantité du phosphore dans les laboratoires, en montrant que l'acide d'où on le retirait était contenu abondamment dans les os des animaux, et en donnant des pro-

cédés faciles pour le séparer de ces parties animales solides. Le procédé de Schèele a été très-perfectionné en France par Nicolas et par Pelletier : mais, malgré toutes ces recherches, c'est encore le plus rare, le plus cher, et par conséquent le moins employé des corps combustibles simples.

5. Le phosphore existe sans doute beaucoup plus abondamment qu'on ne l'a cru dans la nature ; à mesure que la chimie minérale fait des progrès, on le trouve dans beaucoup plus de composés qu'on ne l'aurait imaginé : on le rencontre combiné avec diverses matières, mais jamais pur et isolé. Quoiqu'il ait été trouvé jusqu'ici le plus souvent brûlé dans les composés dont il fait un des principes, il est très-vraisemblable qu'il est également combiné, à l'état combustible, dans plusieurs fossiles et sur-tout dans des mines. On le tire aussi, mais en très-petite quantité, d'un grand nombre de substances végétales ; il est si abondamment contenu dans plusieurs matières animales, qu'on a long temps cru que c'était un corps particulièrement appartenant à ce genre de matières. C'est toujours des uns ou des autres de ces composés naturels, où il est à l'état brûlé, qu'on le sépare en le débrûlant à l'aide du charbon chauffé au rouge, comme on le dira plus en détail ailleurs. C'est spécialement de l'urine et des os des animaux qu'on l'extrait le plus communément. On pourrait, ainsi qu'on l'exposera dans une autre section de cet ouvrage, l'obtenir beaucoup plus facilement, et à moins de frais, de quelques mines de plomb.

6. Le phosphore qu'on peut, d'après ce qui vient d'être dit, regarder toujours comme un produit de l'art, ou plutôt comme extrait par l'art, puisque la nature ne le présente nulle part pur et isolé, est ordinairement un corps solide, demi-transparent, légèrement brillant, d'une consistance analogue à celle de la cire, se ramollissant à une température de quelques degrés au-dessus de o, ductile à 25 degrés du thermomètre, qui se casse quand on le frappe ou quand on

veut le plier, sur-tout au-dessous de 0 ; qui se coupe facilement, qu'on ratisse avec la même facilité, et qui présente une cassure vitreuse, brillante et quelquefois un peu lamelleuse.

7. J'ai trouvé la pesanteur spécifique du phosphore égale à 2,0332, l'eau étant à 1,0000. Sa saveur est un peu âcre et désagréable ; il répand une odeur d'ail très-sensible et très-reconnaissable ; il cristallise ou en aiguilles, ou en lames micacées, ou en octaëdres allongés qui présentent un grand nombre de variétés.

8. Le phosphore n'éprouve qu'une légère altération par la lumière ; en la réfrangeant dans une raison plus forte que celle de sa densité, et qui paraît suivre sa combustibilité, il se colore en rouge et devient ductile s'il était cassant. Il est très-susceptible de changer d'état par le calorique. A vingt-cinq degrés de température, il est très-mou et ductile ; à trente-deux du thermomètre de Réaumur, il est fondu, coulant, transparent comme une huile blanche : il paraît même qu'exposé quelque temps au contact de la peau humaine, qui a moins de trente-deux degrés de chaleur, il devient presque liquide. Si on le laisse refroidir lentement après l'avoir fondu, il prend la forme cristalline ; quand sa surface est solidifiée, si on la brise et si on fait écouler la portion encore fluide qui est au-dessous, on trouve l'intérieur tapissé d'aiguilles prismatiques ou de cristaux octaëdres allongés. A soixante-seize degrés, il se réduit en vapeurs ; à quatre-vingt-six, il commence à se rassembler en gouttes dans le bec de la cornüe où on le chauffe avec de l'eau. Lorsqu'on le chauffe sans eau dans une cornüe de grès, en y plongeant un thermomètre gradué jusqu'à ébullition du mercure, d'après les divisions de Réaumur, on le voit bouillir à deux cent trente-deux degrés de cette graduation, alors les gouttes se succèdent sans interruption par le bec de la cornüe. C'était par la distillation qu'on le rectifiait autrefois dans de petites cornües de verre, auxquelles on adaptait un récipient à moitié plein

d'eau : aujourd'hui pour le purifier on se contente de le faire fondre dans des tubes plongés dans l'eau chaude ; ses parties sales ou impures se rassemblent à la surface. On le passe encore à travers une peau de chamois neuve au milieu de l'eau chaude : tout ce qu'il y a d'impur reste ainsi sur la peau, et le phosphore qui passe est très-net et presque transparent.

9. Le phosphore plongé dans le gaz oxigène n'y éprouve aucune altération, et n'y présente ni fumée visible le jour, ni lumière la nuit, si ce gaz est bien pur : ainsi il ne se brûle point à froid dans ce gaz oxigène. Mais si, lorsqu'il est fondu, on le met en contact avec ce gaz, il s'allume au moment même du contact, répand une lumière si vive et si forte que l'œil ne peut pas en supporter l'éclat : il se dégage en même temps beaucoup de calorique. Le gaz oxigène perd sa forme aérienne ; s'il est bien pur et sans mélange d'aucun autre gaz, il disparaît tout entier et se solidifie dans le phosphore. Cette combustion du phosphore fondu dans le gaz oxigène est le plus beau spectacle de lumière qu'offrent les expériences chimiques ; la flamme est presque aussi brillante que le disque du soleil, l'œil en est fortement blessé.

10. Le phosphore est en même temps le corps qui dégage le plus de calorique du gaz oxigène au moment où il s'y enflamme. Lavoisier et Laplace ont prouvé par leurs expériences calorimétriques que, d'un demi kilogramme (une livre) de gaz oxigène employé à brûler du phosphore, il se dégageait une quantité de calorique capable de fondre plus de trente-trois kilogrammmes (soixante-six livres dix onces cinq gros vingt-quatre grains) de glace à 0 ; que c'était de tous les corps combustibles celui qui en dégageait le plus ; qu'on pouvait regarder l'oxigène uni au phosphore après cette cette combustion comme le plus solide possible, et comme le *maximum* de sa concrescibilité ; que le phosphore absorbait une fois et demie son poids d'oxigène, et se convertissait en

flocons blancs cristallins, niviformes, d'un acide qui sera examiné dans la prochaine section sous le nom d'acide phosphorique. On peut brûler le phosphore ainsi fondu au fond de l'eau, en y portant du gaz oxigène : alors l'acide se dissout.

11. L'air atmosphérique se comporte tout autrement que le gaz oxigène avec le phosphore. Dès que ce corps combustible, à la plus basse température, même à quelques degrés au-dessous de 0, est plongé dans l'air commun, si c'est pendant le jour, on voit le phosphore s'entourer d'une vapeur ou fumée blanche ; si c'est la nuit, cette vapeur paraît sous la forme d'une lumière d'un blanc verdâtre, ondoyante et offrant dans l'obscurité la plus parfaite des rayons lumineux très-expansibles, rapidement répandus dans l'espace, et qui ne disparaissent qu'à quelque distance même du phosphore d'où ils partent. Cette vapeur lumineuse, qui n'est point accompagnée de dégagement sensible de calorique, et qui ne met point le feu à d'autres corps combustibles, est le phénomène le plus anciennement connu du phosphore. C'est elle qui lui a fait donner le nom qu'il porte ; c'est elle aussi qui a fait le plus long-temps le seul objet des expériences de physique sur ce corps, et qui seule a concentré en quelque sorte pendant plus de soixante ans toute l'attention des physiciens. Quand le phosphore est ainsi exposé au milieu de l'atmosphère, il continue à brûler et à répandre de la lumière jusqu'à ce qu'il en reste une dernière molécule ; car il disparaît peu à peu dans l'air où il se vaporise et est emporté par l'humidité atmosphérique. Si l'on fait cette expérience, qu'on nomme combustion lente du phosphore, dans un appareil fermé sous une cloche où l'air se renouvelle lentement par des ouvertures latérales, en plaçant le phosphore sur un entonnoir supporté par un flacon, l'acide qui se forme et qui se dissout peu à peu par l'eau atmosphérique qu'il attire se rassemble dans le flacon ; c'est de l'acide phosphoreux différent de celui qui est obtenu par la combustion rapide

du phosphore fondu dans le gaz oxigène. Il sera examiné dans la section suivante.

12. Comme dans l'expérience précédente le phosphore brûle aux dépens du gaz oxigène contenu dans l'air commun, comme il en absorbe entièrement l'oxigène, il est évident qu'on peut se servir avec avantage de cette espèce de combustion pour analyser l'air et pour en faire un procédé eudiométrique. Pour cela on introduit dans un tube bouché à une de ses extrémités et soutenu par l'autre qui est évasée sur la planche d'une cuve hidropneumatique, une mesure exacte et bien connue de l'air qu'on veut analyser; on y porte un bâton de phosphore adapté à l'extrémité d'une tige de verre, on l'y laisse jusqu'à ce qu'on ne voie plus de vapeur blanche autour pendant le jour, ou de lumière pendant la nuit: alors on retire ou l'on descend le phosphore et l'on mesure par la diminution obtenue la quantité de gaz oxigène disparu: le résidu n'est en effet que du gaz azote. M. Humboldt assure cependant qu'il y reste 0,02 à 0,03 de gaz oxigène uni au gaz azote phosphoré, et que ce moyen d'indiquer la proportion d'oxigène atmosphérique n'est pas assez exact pour l'eudiométrie.

13. Puisque le phosphore brûle lentement mais constamment, en répandant de la lumière dans l'air atmosphérique à toutes les températures qui existent dans nos climats, il en résulte qu'il est impossible de conserver ce corps combustible dans des vases ordinaires ou en partie pleins d'air, comme on le fait pour tous les autres corps: aussi a-t-on soin de le tenir sous de l'eau bouillie, et encore s'altère-t-il toujours à sa surface par le peu d'air que cette eau absorbe lorsqu'on débouche le vase; il perd au bout de quelque temps sa demie transparence, il devient d'abord blanc, opaque et comme farineux, et l'eau prend les caractères d'acide phosphoreux. La surface du phosphore ainsi altérée forme ce qu'on nomme de l'oxide de phosphore: c'est un commencement de combinaison avec l'oxigène, qui n'est pas assez abondant pour le porter à l'état d'acide.

14. Si la température du phosphore exposé à l'atmosphère, ou dans une quantité d'air commun, est élevée jusqu'au-dessus de quarante degrés et même un peu plus bas, la combustion lente qu'il éprouvait déja fait bientôt place à une combustion rapide, à une déflagration accompagnée de scintillation, de fusion complette et de bouillonnement du phosphore, d'une vive lumière, d'une ardente chaleur; et au lieu d'acide phosphoreux, on obtient de l'acide phosphorique comme dans le gaz oxigène. Cette combustion rapide dans l'air ne diffère même de celle qui a lieu dans le gaz oxigène que par moins de lumière et de force, et par ce qu'elle laisse toujours pour résidu gazeux, après l'absorption complette de l'oxigène, le gaz azote atmosphérique tenant du phosphore en dissolution: aussi le citoyen Séguin l'a-t-il proposée comme procédé eudiométrique. On prend pour cela un tube de verre dilaté vers le bas; on le remplit de mercure et on le pose sur la tablette de la cuve hydrargyro-pneumatique; on y introduit un morceau de phosphore bien sec, qui se place vers le haut. On a soin d'en mettre plus qu'il n'en faut pour le volume d'air qu'on veut essayer. On fond le phosphore, en promenant autour et au-dehors du fond du tube un charbon allumé; on y fait passer l'air qu'on veut analyser eudiométriquement en une quantité bien connue, la combustion du phosphore a lieu sur-le-champ; on calcule d'après le résidu aériforme refroidi la proportion respective de gaz oxigène et de gaz azote contenus dans l'air essayé. Si, comme l'assure M. Humboldt, il reste constamment deux ou trois centièmes de gaz oxigène mêlé au résidu de gaz azote phosphoré, ce moyen eudiométrique ne mérite pas toute la confiance qu'on lui avait accordée.

15. Comme toutes les fois que le phosphore atteint dans l'air une température de quelques degrés supérieure à celle du corps humain, il s'enflamme et met le feu à tous les corps qui en sont susceptibles; comme il acquiert, dans cette rapide combustion, une chaleur très-forte et qui brûle vive-

ment les organes les plus solides, les frottemens brusques, les frictions même assez douces mais continuées quelque temps pouvant le porter à cette température, il est très-essentiel de prendre beaucoup de précautions en travaillant sur ce corps dont un grand nombre de chimistes ont déja été les victimes. C'est une substance qu'il faut écarter soigneusement de la plupart des usages économiques, ou qu'on ne doit confier qu'à des hommes prudens et attentifs, et qui menace toujours des dangers du feu ou de brûlures extrêmement graves ceux qui l'emploient fréquemment.

16. Il paraît étonnant au premier aspect qu'un corps aussi combustible et aussi inflammable que le phosphore ne brûle dans le gaz oxigène que lorsqu'il est bien échauffé, ou qu'il ne puisse y éprouver qu'une combustion rapide, ni présenter jamais la combustion lente, tandis qu'il éprouve cette dernière même à des températures voisines de la glace dans l'air commun. On a découvert la cause de ce phénomène singulier en apparence, en examinant les effets du gaz azote sur le phosphore. Celui-ci s'y dissout avec facilité, s'y résout en vapeur, sature le gaz azote sans y brûler, sans y répandre de la lumière; et dès qu'on mêle ce gaz azote phosphoré avec du gaz oxigène, même à une température basse, on apperçoit la lumière et il y a combustion lente. C'est pour cela qu'en ajoutant du gaz oxigène au gaz atmosphérique de l'analyse résidu de l'air par le phosphore, de quelque manière que cette analyse ait été faite, on fait briller le mélange de ces deux gaz d'une lumière très-sensible. Ainsi le phosphore ne peut brûler lentement et passer à l'état d'acide phosphoreux dans le gaz oxigène, qu'après avoir été dissous dans un autre gaz, ou qu'autant que le gaz oxigène est mêlé d'un autre fluide élastique qui peut dissoudre d'abord le phosphore. Ainsi dans l'air de l'atmosphère, où l'on plonge ce corps combustible, il commence par se dissoudre dans le gaz azote, et il ne se brûle en absorbant

l'oxigène qu'à mesure que sa dissolution est opérée dans le premier.

17. L'hidrogène et le phosphore ont de l'attraction l'un pour l'autre. Quand on laisse du phosphore plongé dans du gaz hidrogène, il se dissout une petite portion du premier dans le second qui en contracte une odeur particulière et la propriété de répandre de la lumière lorsqu'on le mêle ensuite avec le gaz oxigène. Cependant ce n'est pas là l'action la plus forte que ces deux corps puissent exercer l'un sur l'autre, ni la combinaison la plus intime qu'ils puissent contracter entre eux. On peut, par un moyen plus compliqué qui sera décrit dans une des sections suivantes, dissoudre une bien plus grande proportion de phosphore dans le gaz hidrogène, qu'on ne le fait par le simple contact annoncé. On obtient alors le gaz hidrogène phosphoré, découvert il y a douze ans par le citoyen Gengembre, et qui, à une odeur alliacée fétide, à une pesanteur spécifique bien plus considérable que celle du gaz hidrogène, réunit la propriété aussi remarquable que caractérisée de s'allumer par le seul contact du gaz oxigène ou de l'air commun et de brûler avec une flamme blanche très-brillante. Il en sera parlé plus en détail dans la quatrième section.

18. On ne connaît point encore de combinaison directe entre le carbone et le phosphore, quoiqu'il soit vraisemblable qu'elle existe : on sait seulement que ces deux corps combustibles sont souvent unis ensemble et avec l'hidrogène et l'azote dans les substances végétales et animales.

19. Le phosphore n'est encore destiné qu'à des usages très-bornés. On l'emploie rarement en médecine, et peu d'expériences exactes ont encore assuré ses propriétés ; il semble même, d'après quelques essais nouveaux, qu'il est un poison pour les animaux : on ne doit donc en tenter l'usage dans l'homme qu'avec une grande prudence. Dans les arts, il ne sert qu'à bien peu de procédés, et il est toujours à craindre

dans les besoins de la vie. En physique, il n'est presque encore qu'un objet de curiosité.

20. C'est en chimie qu'il a déja rendu et qu'il peut rendre encore de plus grands services. Ses attractions électives pour l'oxigène et pour différens autres corps en font un être très-précieux. On sent aujourd'hui qu'à peine on a commencé à examiner ses propriétés et ses combinaisons. Tout annonce que lorsqu'on saura le préparer plus facilement qu'on ne l'a fait jusqu'ici, lorsqu'on l'extraiera en plus grande quantité et à moins de frais de ses composés qu'on n'a pu le faire encore, lorsqu'enfin on le possédera en masses plus considérables, il deviendra un des instrumens les plus précieux d'analyse et de synthèse, comme le prouveront d'ailleurs les détails qui seront exposés dans un grand nombre des articles suivans, où son action sur beaucoup de corps sera décrite et expliquée.

ARTICLE X.

Du soufre.

1. Le soufre, corps combustible aussi simple ou indécomposé que les précédens, quatrième dans l'ordre d'attraction élective pour l'oxigène, est un de ceux de cette section qu'on peut se procurer le plus facilement pur, parce que la nature l'offre fréquemment et assez abondamment dans cet état. Le plus anciennement, et peut-être le premier connu de tous les combustibles, il a été long-temps regardé comme la cause générale ou le type de la combustibilité qu'on attribuait par-tout à la présence du soufre; souvent même on donnait ce nom à des substances inflammables très-différentes: c'est ainsi que la poudre de Lycopode était nommée *soufre végétal.*

2. Quoique très-anciennement connu, le soufre a été aussi très-long-temps pour les chimistes une source d'erreurs et

d'hypothèses : on l'a cru composé, décomposable et recomposable de toutes pièces. C'est sur lui que l'ingénieux Stahl avait particulièrement élevé la théorie du phlogistique, qui a dominé un demi-siècle dans les écoles. Depuis l'établissement de la doctrine pneumatique, les faits plus exactement observés et beaucoup mieux vus sur les phénomènes que présente le soufre ont prouvé qu'il ne se décomposait point, qu'il ne faisait qu'obéir à des compositions et qu'il se comportait à cet égard comme le phosphore, le carbone, les métaux, etc. En général, le soufre, toujours regardé comme une matière principale en chimie, a été dans tous les temps une de celles qui ont le plus participé aux différens mouvemens que la science a éprouvés, et dont on s'est occupé même avec une sorte de prédilection : aussi est-ce une de celles dont les combinaisons sont les plus nombreuses et aujourd'hui les plus connues.

3. On trouve le soufre très-abondamment dans la nature, et c'est un des matériaux primitifs qu'elle emploie au plus grand nombre de ses combinaisons. Si nulle part il n'est en grandes masses, en couches ou filons réellement continus dans l'intérieur du globe, il est en revanche disséminé partout. Ici il forme des dépôts, des incrustations, des stalactites; là il est dissous dans les eaux à la faveur d'une combinaison particulière, et se rassemble à leur surface, ou se précipite sur les corps qui en occupent les fonds; il se sublime ou s'écoule fondu des volcans brûlans, ou de plusieurs terreins autrefois volcanisés; il est enfoui dans la terre, combiné avec un grand nombre de métaux; on le rencontre dans beaucoup de végétaux, notamment dans les crucifères; on l'extrait également des matières animales.

4. Dans les lieux où la nature présente le soufre, si abondant quelquefois que le sol en est assez imprégné pour qu'il se montre de toutes parts, on le recueille facilement lorsqu'on offre un espace refroidissant aux vapeurs qui s'exhalent des

terreins chauds où il est renfermé. C'est ainsi qu'on l'obtient dans les terres sulfurées, nommées en Italie *solfaterra*. On le sépare ailleurs des combinaisons métalliques qui le laissent dégager par la chaleur : c'est ainsi qu'on le fournit aux arts et à la chimie. On le fond pour le purifier ; on le laisse reposer ; on le coule ensuite dans des moules de bois cilindriques, et on le nomme soufre en canons.

5. Le soufre bien pur est un corps solide, d'un jaune particulier, d'une demi transparence très-belle quand c'est la nature qui lui a donné lentement son aggrégation : alors il prend constamment la forme octaédrique. Les crystallologistes modernes ont reconnu quatre variétés de cette forme.

a. L'octaèdre à faces triangulaires scalènes ; c'est la forme primitive de ses molécules intégrantes, comme le prouve la dissection des cristaux réunie au calcul des décroissemens, par lesquels leur arrangement est susceptible de produire les autres formes ; *b.* l'octaëdre primitif, dont les deux pyramides sont séparées par un prisme ordinairement très-court ; *c.* l'octaèdre primitif, dont chaque sommet est remplacé par une face perpendiculaire à l'axe : c'est ce qu'on a nommé improprement l'octaèdre tronqué ; *d.* la variété précédente, dont les faces terminales ont leurs quatre bords remplacés par autant de facettes.

6. Le soufre extrait des minéraux, et purifié par l'art, n'est jamais transparent, ni régulièrement cristallisé. On le trouve toujours opaque, grenu et comme lamelleux dans sa cassure, devenant électrique par le frottement. Le soufre natif a une pesanteur spécifique qui est à celle de l'eau, comme 20332 est à 10000 ; celui qui est fondu n'a plus que 19907, suivant Brisson. Il est très-fragile et se laisse facilement réduire en poudre ; il n'a pas une saveur bien déterminée, et, lorsqu'on le laisse quelque temps dans la bouche, on ne le trouve cependant pas complétement insipide. Lorsqu'on le frotte pendant quelque temps, il paraît se volatiliser dans

la couche d'air qui l'enveloppe, former une atmosphère autour de lui, puisqu'il répand une odeur particulière légèrement fétide et très-propre à le caractériser ou à le faire reconnaître. Si on presse quelque temps, ou même si l'on tient dans la main, sans le comprimer, un canon de soufre, il pétille et se brise en plusieurs morceaux; il laisse sur la peau une odeur assez forte qui subsiste quelques heures. Il perd une partie de sa couleur par la phorphyrisation, et sur-tout par une division chimique, telle qu'elle a lieu dans les précipitations: alors il devient quelquefois gris ou blanc.

7. On ne connaît point d'effet sensible de la lumière sur le soufre; celui que la nature offre transparent lui fait éprouver une réfraction plus forte que celle qu'il pourrait produire en raison de sa densité: il paraît qu'elle suit son altérabilité par le calorique. La lumière colore aussi sensiblement la poussière de soufre lorsqu'elle est blanche; elle tend à lui redonner la nuance jaune.

8. Le calorique dilate le soufre; à une température supérieure à celle de l'eau bouillante, il se fond et coule légèrement pâteux. En devenant transparent par la fusion, il prend une couleur rouge brunâtre, et reprend sa couleur jaune par le refroidissement, s'il n'a pas été tenu long-temps fondu. Si on le fait refroidir lentement, il prend la forme aiguillée ou prismatique peu régulière, à cause de l'état de fluidité visqueuse qu'il avait acquise. En continuant de le chauffer il devient épais comme sirupeux, et conserve ensuite, après avoir été coulé dans l'eau froide, une mollesse qui le rend précieux pour les empreintes de cachets, etc. Tenu fondu dans un appareil bien fermé, il se sublime et se fige en aiguilles très-fines représentant une poussière qu'on a connue sous le nom impropre de *fleurs* de soufre. Comme il est rare qu'en le faisant volatiliser ainsi, il n'y en ait pas une petite quantité de brûlée, le plus souvent le soufre sublimé, ou les fleurs de soufre, sont plus ou moins acides: quelque-

fois même elles le sont assez pour s'humecter à l'air. Aussi pour l'usage médicinal on est obligé de le laver pour lui enlever cette portion acide.

9. Le soufre ne se combine point à froid avec le gaz oxigène ; quand on le plonge fondu et bien chaud dans ce gaz, il s'allume avec une flamme d'un bleu éclatant et presque blanche ; il en dégage beaucoup de chaleur, moins cependant que le phosphore, il absorbe l'oxigène et se convertit en un acide très-fort qu'on nomme acide sulfurique, qui sera traité en détail dans la section suivante. On ne sait pas exactement combien le soufre absorbe d'oxigène dans cette combustion, ni combien de calorique il sépare du gaz oxigène. Il paraît qu'il en prend à-peu-près la moitié de son poids, et qu'il dégage entre un tiers et une moitié moins de calorique que le phosphore, de la portion du gaz oxigène dont il solidifie la base en brûlant. Dans la suite de ce phénomène on reconnaît qu'il y a combustion rapide du soufre ; elle s'opère presque sans odeur.

10. Ce corps n'éprouve qu'une combustion lente lorsqu'on le chauffe en contact avec l'air atmosphérique ; à froid, il n'y souffre aucune altération. Si on le tient simplement fondu, sans l'échauffer au-dessus de sa fusion, dans l'air commun, il n'absorbe qu'une très-petite quantité d'oxigène, et forme une masse brune, rougeâtre, d'une saveur un peu acerbe, qui n'étant point encore acide, porte le nom d'oxide de soufre. Si on le chauffe assez pour qu'il s'enflamme, ou si on l'allume en poudre par le contact d'un corps enflammé, il brûle avec une flamme d'un bleu pâle, une odeur forte, irritante et suffoquante. L'acide qu'il forme dans cette combustion lente est volatil, odorant, et très-faible en comparaison de celui qui est le produit de sa combustion rapide. On le nomme acide sulfureux ; il diffère du premier par une moins grande proportion d'oxigène, comme on le verra dans la troisième section de cet ouvrage. On le recueille facilement en brûlant du soufre

dans un vase de terre posé sur une assiette remplie d'eau qu'on recouvre d'une cloche de verre. La vapeur qui s'exhale dans ce procédé se dissout dans l'eau, qui remonte dans la cloche pour remplir le vide dû à l'absorption de l'oxigène. C'était ainsi qu'on préparoit autrefois l'*esprit de soufre par la cloche.*

11. Les phénomènes des deux combustions précédentes du soufre prouvent que ce corps est bien moins combustible que les précédens, puisqu'il n'y a ni la même chaleur produite, ni la même lumière, ni la même quantité d'oxigène absorbé, et puisqu'il faut un temps beaucoup plus long pour l'opérer. On a même trouvé, par des expériences exactes que le soufre allumé dans l'air n'en absorbait pas à beaucoup près les 0,27 d'oxigène qu'il contient, et que lorsqu'il a cessé d'y brûler, le phosphore et le pirophore, peuvent y brûler encore. Ainsi le soufre a bien moins de tendance pour s'oxigèner que n'en ont l'hidrogène, le carbone, et le phosphore qui lui enlèvent en effet l'oxigène, comme on le démontrera plus bas. On voit par là pourquoi la combustion simple du soufre seul et pur ne peut pas servir dans les procédés eudiométriques.

12. Cependant lorsque le soufre est très-divisé, comme il l'est dans un grand nombre de ses combinaisons, sur-tout lorsqu'il est dissous dans des liquides, il brûle sans flamme et sans chaleur dans l'air, il en absorbe complétement l'oxigène et se convertit en acide sulfurique. On trouvera décrites dans d'autres articles les circonstances où cette combustion insensible et néanmoins complette du soufre a lieu, ainsi que l'application qu'on a faite de plusieurs de ces circonstances, à l'eudiométrie. On ne les indique ici que pour réunir ou rapprocher tous les phénomènes relatifs à la combustion du soufre et à sa combinaison avec l'oxigène.

13. Il n'y pas d'union connue entre l'azote et le soufre, quoiqu'on trouve fréquemment ces deux corps combinés ensemble, mais avec plusieurs autres, dans les substances végétales et animales. Le gaz azote dissout un peu de soufre lors-

qu'on chauffe celui-ci dans un vase plein de ce fluide élastique. Le gaz azote sulfuré est fétide ; il dépose une partie du soufre qu'il contient à mesure que la température à laquelle on l'expose s'abaisse. On connait peu encore les autres propriétés de ce gaz mixte, qui, mieux étudié, pourra jeter du jour sur plusieurs phénomènes chimiques intéressans.

14. On connaît également peu la combinaison directe et binaire du soufre avec l'hidrogène, quoiqu'il soit bien prouvé que ces deux corps sont susceptibles d'en former une. Il est certain qu'ils sont souvent unis ensemble, à la vérité avec quelques autres matières encore, dans les composés compliqués qui appartiennent à l'organisation végétale et animale ; mais on opère la combinaison directe et binaire de l'hidrogène et du soufre par quelques moyens dont il est nécessaire d'exposer ici la théorie et l'influence générales, quoiqu'elle n'ait lieu qu'à l'aide de plusieurs autres corps différens qui n'ont point encore été traités. Toutes les fois que le gaz hidrogène naissant, c'est-à-dire l'hidrogène au moment où il prend la forme gazeuse, se dégage d'un milieu, ou d'un mêlange, ou d'une combinaison tenant du soufre très-divisé, il en emporte toujours une plus ou moins grande quantité en dissolution. Il acquiert de nouvelles propriétés, une pesanteur bien supérieure à la sienne, une odeur extrêmement fétide, un méphitisme terrible, la propriété de donner une flamme bleue et de déposer du soufre en brûlant, celle d'en précipiter également par le contact de l'air, et surtout de la dissolubilité dans l'eau, etc. Cette dernière propriété qui a résolu le problème des eaux minérales sulfureuses, comme je le ferai voir ailleurs en revenant sur le gaz hidrogène sulfuré aux articles où il sera question des corps qui en favorisent la formation, conduit à reconnaître de l'hidrogène sulfuré, ou la combinaison de ces deux combustibles privée de l'état gazeux. Tel il paraît être souvent dans les substances organiques ; tel il est spécialement dans les composés que Berthollet a nommés *hydrosulfures*, et dont je traiterai dans la quatrième section. Il

existe aussi des circonstances dont je parlerai à la même occasion, dans lesquelles le soufre uni immédiatement à l'hidrogène forme un soufre hidrogéné concret, d'apparence huileuse, que le même chimiste a observé au fond de quelques dissolutions d'hydrosulfures.

Le soufre ne s'unit point au carbone d'une manière directe, de sorte qu'on ne connaît pas réellement en chimie de soufre carboné, ou de carbone sulfuré. A quelque température qu'on expose ces deux corps simples traités ou mêlés ensemble ils ne se combinent point. Cependant cette combinaison se rencontre dans les matières végétales et sur-tout dans les substances animales, avec un troisième et quelquefois un quatrième corps, à la vérité. Il est même vraisemblable que c'est un composé carbo-sulfuré qui fait la base d'un combustible particulier qui a déja été indiqué sous le nom de pirophore et dont il sera parlé dans la cinquième section de cet ouvrage.

16. Le phosphore et le soufre s'unissent très-bien dans toutes proportions. Cette union s'opère en jetant du soufre en poudre sur du phosphore fondu au fond de l'eau; au moment même du contact le soufre est absorbé par le phosphore, se combine et se fond avec lui. Le composé de phosphore sulfuré ou de soufre phosphoré, nommé de ces deux manières suivant que le phosphore ou le soufre y domine, est toujours plus fusible que les deux corps combustibles séparés ne le sont. Voici la suite des principaux faits reconnus par Pelletier sur ces combinaisons. Huit parties de phosphore et une partie de soufre, forment un composé jaune qui reste fluide à 28 degrés du thermomètre de Réaumur. Quatre parties de phosphore et une partie de soufre combinées restent fluides jusqu'à 12 degrés. Une partie de phosphore et une demi-partie de soufre conservent la fluidité jusqu'à 8 degrés. Parties égales de ces deux corps forment une combinaison qui ne se fige qu'à 4 degrés. Une partie de phosphore et deux parties de soufre, se combinent très-facilement sous l'eau et à une douce chaleur;

ce composé ne reste fluide que jusqu'à 18 degrés, et cristallise en partie à cette température. Une partie de phosphore et trois de soufre s'unissent très-bien, le premier recevant fondu sous l'eau les trois parties du second ajoutées successivement et une à une. Ce soufre phosphoré reste liquide jusqu'à 30 degrés. Tous ces composés, comme on voit, sont plus fusibles que le phosphore seul, et beaucoup plus que le soufre; ce qui dépend manifestement de ce qu'ils retiennent dans leur combinaison une plus grande quantité de calorique que chacun n'en contenait isolément. Aussi y a-t-il un peu de refroidissement au moment où la combinaison s'opère. Celui de ces composés qui reste fluide jusqu'à 4 degrés de température, paraît sous l'eau où l'on le conserve comme une huile blanche ou citrine un peu opaque. On peut faire ces combinaisons à sec et dans des cornües, en recueillant le produit par la distillation dans un récipient à moitié plein d'eau; elles se font avec rapidité et même avec explosion; il faut y mettre beaucoup de précaution. Celles que l'on opère avec le phosphore fondu sous l'eau en y ajoutant le soufre sont également accompagnées de boursouflement et de jets lancés hors du vase, sur-tout si l'on chauffe un peu trop brusquement.

17. Le phosphore sulfuré, ou le soufre phosphoré formé par la voie sèche se gonfle lorsqu'on le jette dans l'eau; il se dégage des bulles de gaz qui ont une odeur fétide et alliacée et qui sont lumineuses dans l'obscurité; souvent même ces bulles s'enflamment spontanément et avec explosion dans l'air. L'eau qui contracte dans ce cas une qualité acide, est manifestement décomposée dans cette expérience comme on le dira ailleurs, et il se dégage du gaz hidrogène phospho-sulfuré. Il est évident que par leur union réciproque le phosphore et le soufre acquièrent plus d'attraction pour l'oxigène qu'ils n'en ont séparément, puisqu'ils sont capables de l'enlever à l'hidrogène et de décomposer l'eau. La combustibilité très-grande du phosphore sulfuré est mise à profit dans la préparation de

ces bougies enfermées dans des tubes de verre, qui, lorsqu'on les en tire après avoir brisé les tubes, s'allument au moment où elles ont le contact de l'air. Elle a conduit également à fabriquer les briquets phosphoriques, ou ces flacons contenant du phosphore fondu, enflammé avec une tringle de fer rouge et subitement éteint, dans lesquels les allumettes soufrées qu'on y trempe prennent feu à l'instant où on les plonge dans l'air commun.

18. Il est bien remarquable dans la combinaison du soufre ou du phosphore, comme dans celles de la plupart des corps combustibles entre eux, qu'elles peuvent être dans des proportions très-différentes des deux matières qu'on combine ensemble, ou dans une grande latitude de quantités réciproques, tandis que les unions de chacun de ces corps isolés avec l'oxigène, n'admet toujours qu'un terme constant dans les proportions du combustible et du comburant. Cette dernière propriété se remarque toujours, et doit être opposée à celle que je viens de noter pour les composés de combustibles entre eux, dans les combinaisons de corps brûlés avec des bases, comme on le dira plus en détail dans l'histoire des sels, cinquième section.

19. On doit voir dans ce qui vient d'être exposé des propriétés du soufre mis seulement en contact avec les huit matières dont l'examen a précédé la sienne, que ce corps combustible, connu comme il l'est aujourd'hui, a singulièrement contribué à l'avancement de la science, et à l'explication d'un grand nombre de phénomènes naturels; car on reconnaîtra, par la série des articles compris dans les sections suivantes, que la nature emploie le soufre dans un grand nombre de ses opérations, l'offre sous beaucoup de formes parmi les fossiles, en charge les eaux nommées sulfureuses, minéralise avec lui les métaux, le fait passer dans les filières végétales et animales, le montre en un mot aux chimistes dans un nombre infini de combinaisons.

2. L'homme a employé le soufre que la nature lui offre de toutes parts à une multiplicité d'usages; il y a un si grand

nombre d'arts dont cette substance fait le sujet, la base, ou un des principaux matériaux, qu'il serait superflu d'en présenter ici même l'apperçu. Le dénombrement en sera d'ailleurs donné dans toutes les sections de cet ouvrage, à mesure qu'on y annonçera les utiles applications de la chimie.

ARTICLE XI.

Du diamant.

1. Il paraît d'abord extraordinaire que le diamant, qu'on a si long-temps placé dans le rang des pierres précieuses ou des cristaux gemmes; que le diamant, un des corps les plus durs et les plus inaltérables de la nature, soit aujourd'hui compté au nombre des substances simples et combustibles près du soufre et du phosphore. Bergman l'a rangé, en 1784, à côté des bitumes, en y reconnaissant une matière inflammable, quoiqu'il y eût admis sept ans auparavant, en le plaçant à la suite de son analyse des gemmes, deux terres alliées à ce corps inflammable, dont il paraissait croire le diamant spécialement formé : mais il faut observer qu'il n'a travaillé que de la poussière ou de l'égrisé de diamant du commerce, qui est singulièrement impure.

2. Newton, considérant la grande force réfringente du diamant, devina qu'il devait être combustible. Cosme III, grand-duc de Toscane, fit faire le premier à Florence en 1694 et 1695 par les membres de l'académie del Cimento des expériences, d'où il résulta que, traité au miroir ardent, il se ternissait, se dépolissait, perdait de son poids, ou se dissipait sans aucun vestige. Bien des années après, François-Etienne de Lorraine, devenu depuis grand-duc de Toscane, et ensuite empereur sous le nom de François I, a fait à Vienne une suite d'essais, où il a vu les diamans se détruire au simple feu des fournaux. Le citoyen Darcet a prouvé ensuite qu'il se

détruisait même dans des creusets de pâte de porcelaine bien clos. Macquer a vu le premier, en 1771, le diamant se gonfler et brûler avec une auréole lumineuse ou une flamme très-sensible. Rouelle le jeune, Roux, Cadet, Mitouart ont constaté, par beaucoup d'expériences, la volatilisation et la combustion du diamant. C'est à Lavoisier que sont dues les dernières et les plus exactes recherches sur les phénomènes et les produits de cette combustion.

3. Le diamant n'a encore été trouvé que dans quelques pays des Grandes-Indes, sur-tout à Golconde et à Visapour. On en tire de moins beaux du Brésil : on dit qu'ils existent sous des roches granitiques, entre des couches de terre ochracée; qu'ils y sont toujours enveloppés ou enduits d'une croute terreuse, lamelleuse et spathi-forme; quelquefois on en rencontre de roulés et brillans dans les eaux. On en distingue, dans le commerce, de diverses espèces par la dureté, la nuance, la belle eau, la couleur; car il y en a qui sont teints comme des cristaux gemmes. Quelques-uns sont veinés, tachés, nuageux : on assure que ces derniers défauts disparaissent en chauffant quelque temps les diamans dans des creusets bien clos. Toutes les différences indiquées ici, et même celles de la forme, ne constituent point des espèces, mais de simples variétés du diamant.

4. On ne connaît aucun corps aussi dur que le diamant, puisqu'il n'en est aucun qui puisse l'entamer par le frottement; on ne peut l'user et le polir qu'en frottant des diamans les uns contre les autres : alors on recueille une poussière nommée égrisé. Quoique très-dur, le diamant est loin de la pesanteur spécifique des métaux : suivant Brisson, sa pesanteur est de 35,212 à 35,310. Sa forme est presque toujours régulière. On le trouve en octaëdre régulier, qui est sa forme primitive : celle de ses molécules est le tétraëdre régulier. Ce qu'on nomme diamant sphéroïdal, est à quarante-huit faces triangulaires curvilignes, et doit cette singulière cristallisation à un décrois-

sement régulier, que le citoyen Hauy a soumis au calcul. Les lapidaires, en le taillant, y reconnaissent des lames dans le sens desquelles il est bien plus facile de l'entamer : c'est ce qu'ils nomment cliver les diamans. Les plus durs semblent être formés de fibres entortillés : on les nomme chez les lapidaires *diamans de nature.*

5. Le diamant exposé à la lumière la réfracte et la décompose plus efficacement qu'aucun autre corps transparent ; c'est la propriété par laquelle il plaît le plus ; il brille de tout l'éclat de l'arc-en-ciel, sur-tout quand on multiplie ses effets par la taille et le nombre de facettes polies dont on l'environne. Ceux qui sont taillés en pyramides des deux côtés portent le nom de *brillans ;* et l'on nomme *roses* les diamans taillés d'un seul côté, et sciés ou plats de l'autre. Le diamant paraît avoir la propriété de retenir la lumière entre ses molécules : lorsqu'on l'a laissé quelque temps au soleil, et qu'on le porte ensuite dans l'obscurité, il est lumineux et comme phosphorique : il est de plus très-sensiblement électrique par le frottement.

6. Le calorique accumulé en grande quantité dans le diamant, après l'avoir dilaté sans le fondre, le fait cependant légèrement bouillonner, se gonfler, se scorifier même dans quelques points. Il paraît encore perdre une portion de son brillant extérieur, se ternir et même se couvrir d'une espèce d'enduit noirâtre, lorsqu'il y a un peu d'air dans l'appareil. A un feu très-fort et long-temps continué, comme celui des fours à porcelaine, le diamant, quoique renfermé dans des creusets de pâte, se volatilise et disparaît en laissant vide l'espace qu'il occupait au milieu de cette pâte. Ce singulier résultat obtenu par Darcet, et vérifié par Macquer sur le charbon traité de même, tient à la dilatation de la pâte par le grand feu et à la combustibilité du diamant, qui ne peut laisser d'ailleurs aucun doute.

7. Le diamant, qui n'éprouve aucune espèce d'altération

à froid dans le gaz oxigène, est certainement susceptible d'y brûler, même avec flamme et décrépitation, lorsqu'on l'y plonge très-échauffé, ou environné d'autres matières combustibles qui peuvent y mettre le feu. On n'a pas encore vérifié exactement ce qui se passe dans ce genre de combustion, qu'on peut faire aussi, soit à l'aide des rayons du soleil réunis par une loupe, et portés sur des diamans renfermés dans des cloches pleines de gaz oxigène, et soutenues sur le mercure; soit, et bien plus commodément encore, en faisant passer du gaz oxigène bien pur dans un tube de porcelaine où l'on aura fait rougir du diamant. Tout annonce que le produit de cette combustion sera le même que celui du carbone, comme on le voit en traitant le diamant à l'air. On avait annoncé, en septembre 1791, qu'on avait brûlé un diamant à Prague en le plongeant dans un vase plein de gaz oxigène, après y avoir attaché un petit bout de fil de fer rouge, dont la combustion, excitée par le gaz oxigène, s'était communiquée ensuite au diamant qui avait brûlé avec le plus grand éclat. On annonçait encore que les diamans du Brésil ne brûlaient pas par ce moyen : on devait se servir de cette expérience pour déterminer ce qui arrivait au gaz oxigène. Il n'est rien parvenu sur la suite de cette jolie expérience, comme la désignait M. Landriani dans sa lettre. (Annal. de Chimie, tom. XI, pag. 156).

8. Il est bien démontré que le diamant chauffé avec le contact de l'air, au simple feu du fourneau de coupelle, se gonfle quand il est rouge, commence par offrir une couleur plus éclatante que le vase qui le porte, est bientôt environné d'une auréole lumineuse ou d'une véritable flamme blanche un peu verdâtre, et, lorsqu'il a atteint cette température, ne tarde pas à disparaître dans l'air qui l'environne, en continuant à briller du même éclat jusqu'à sa dernière molécule. Ces phénomènes, apperçus pour la première fois par Macquer en 1771, confirmés ensuite par Darcet, Rouelle le cadet, Roux,

Bucquet, Cadet, Mitouart, Guyton et par moi-même, ne laissent aucun lieu de douter que le diamant n'éprouve, dans ce cas, une véritable combustion. Lorsqu'on arrête l'expérience, après que la flamme a commencé, le diamant refroidi a perdu de son poids, et souvent il est noirâtre à la surface. Cette dernière couleur, qui le recouvre comme un enduit, a sur-tout lieu quand on le chauffe moins qu'il est nécessaire pour le brûler. Si on le chauffe dans des cornues, il ne perd de son poids qu'en raison de la quantité d'air contenu dans l'appareil, comme l'a reconnu Lavoisier. Ce célèbre chimiste ayant exposé des diamans dans des cloches pleines d'air renversées sur l'eau et sur le mercure au foyer d'un verre ardent, a constamment vu le volume de l'air diminué d'environ un septième, les diamans perdre de leur poids, et, ce qui est bien plus remarquable encore, le gaz oxigène atmosphérique converti en gaz acide carbonique. En établissant à la suite de ces expériences une comparaison entre les effets du charbon et ceux du diamant, il laissait déja entrevoir en 1792 que ces deux corps avaient la plus grande et la plus singulière analogie dans le produit qu'ils laissaient après la combustion. Il serait bien étonnant que le diamant fût du carbone pur; et c'est cependant ce qu'il faudrait conclure, si l'on trouvait que le produit de la combustion dans le gaz oxigène fût seulement de l'acide carbonique. On doit attendre des expériences ultérieures pour tirer cette conclusion.

9. Il n'y a nulle action connue entre l'azote, l'hidrogène, le carbone, le phosphore, le soufre et le diamant. Il est vrai qu'on n'a fait encore aucune expérience exacte sur cet objet; peut-être découvrira-t-on une attraction entre le phosphore et le diamant. Jusqu'ici on n'a trouvé aucune combinaison de ces corps entre eux. On sait que la poussière de charbon, dans laquelle on enfouit les diamans au milieu de creusets réfractaires parfaitement clos, et recouverts d'un enduit qui se fond en verre, par lequel l'appareil se trouve complé-

tement enveloppé, défend ces diamans de toute altération par le feu, et que c'est le moyen dont se servent les lapidaires pour ôter les taches de quelques diamans.

10. Les usages du diamant sont peu multipliés; sa beauté le fait spécialement employer comme ornement et comme parure; la taille ajoute encore à son éclat; sa rareté le rend d'un grand prix; et c'est pour le luxe, comme pour l'ambition, un puissant motif pour l'acquérir. On ne l'emploie guère d'une manière utile dans les arts, que pour couper, tailler et user les verres, quelques pierres dures, et pour graver sur les mêmes corps.

ARTICLE XII.

Des métaux.

1. Je n'ai rangé les métaux dans cette première classe des corps chimiques, ou parmi les corps indécomposés, que pour compléter la série des matières combustibles simples, qui appartiennent à cette classe. Il ne doit, au reste, en être parlé ici que d'une manière générale et rapide, seulement pour les comparer avec tous les combustibles précédens. Leur histoire doit différer de la leur, en ce que, comprenant un assez grand nombre d'espèces bien distinctes auxquelles il y a tout lieu de croire que les découvertes ultérieures en ajouteront encore d'autres, il suffira d'exposer ici les propriétés génériques, ou celles qui appartiennent à tout le genre.

2. Les métaux bien reconnaissables et bien distincts de tous les autres corps par leur opacité parfaite, le brillant ou l'éclat, la pesanteur considérable, la ductilité de quelques-uns, ou la facilité de changer de forme et de dimension sans perdre leur consistance et leur ténacité par la seule pression, sont bien réellement des corps combustibles, puisqu'ils se combinent tous avec l'oxigène qu'ils solidifient, et puisque

tous, pendant cette combinaison, brûlent avec une flamme plus ou moins éclatante, et une chaleur plus ou moins vive.

3. La nature les présente, ou en masses formant des couches, des filons, dans l'intérieur de la terre, ou en portions disséminées, ou en dépôts et incrustations superficielles; on les retrouve jusques dans les combinaisons végétales et animales: ils sont rarement purs, souvent alliés les uns aux autres, ou combinés avec les corps combustibles précédemment traités, ou unis avec l'oxigène, ou saturés dans cet état d'oxidation avec une foule de matières brûlées dont il sera question dans les sections suivantes. Les procédés pour les reconnaître, les extraire de la terre, les essayer, les obtenir séparés de leurs minéralisateurs, c'est-à-dire, des matières diverses qui leur sont unies, qui cachent leurs propriétés en les mettant à l'état de mines, enfin pour les purifier, appartiennent à des arts chimiques très-importans dont il sera parlé dans la section consacrée à l'histoire des métaux en particulier. Il en sera de même de la classification des nombreuses combinaisons naturelles qu'ils forment, et qui feront un des objets de la septième section.

4. Tous les métaux réfléchissent plus ou moins la lumière et constituent des miroirs, lorsqu'ils sont polis. Tous sont dilatés d'abord par le calorique, le laissent passer plus ou moins facilement comme très-bons conducteurs, se fondent et coulent lorsqu'ils en sont assez pénétrés, et à des degrés de chaleur très-diversifiés. Les uns se volatilisent promptement et les autres plus difficilement. Tous refroidis lentement après avoir été fondus se cristallisent en octaëdres ou en cubes, ou en formes qui en dépendent. Ceux qui donnent des octaëdres réguliers, tels qu'on les observe dans les mêmes métaux natifs, ont le tetraëdre régulier pour molécule intégrante; dans les autres le cube est à la fois la forme primitive et celle de la molécule intégrante.

5. Tous les métaux plus ou moins chauffés brûlent avec

flamme et décrépitation dans le gaz oxigène ; ils en dégagent plus ou moins de lumière et de calorique, et absorbent l'oxigène plus ou moins solide en quantité différente, et en y adhérant avec des forces très-variées ; ils en prennent chacun diverses proportions, suivant la manière dont leur combinaison avec ce principe est opérée ; ils forment ou des acides ou des oxides. La plupart des corps combustibles précédens ont plus d'attraction pour l'oxigène que n'en ont les métaux et peuvent le leur enlever.

6. Dans l'air atmosphérique la plupart des métaux n'éprouvent que très-lentement une légère altération à des températures ordinaires ; quelques-uns cependant s'y brûlent et s'y oxident assez promptement. Tous échauffés plus ou moins fortement s'y oxident avec ou sans flamme, et décomposent l'air commun en lui enlevant son oxigène et laissant isolé le gaz azote. Quelques-uns pourraient même servir d'eudiomètres.

7. Il n'y a point dans l'art d'union connue entre l'azote, l'hidrogène et les métaux ; mais rien ne prouve ni qu'elles ne sont pas possibles, ni qu'elles n'existent pas dans la nature. Il y a déja quelques faits qui montrent que certains métaux peuvent être dissous dans le gaz hidrogène et vraisemblablement on trouvera par la suite un plus grand nombre susceptible de cette espèce de dissolution, qui doit modifier les propriétés du gaz hidrogène, comme le font le carbone, le phosphore et le soufre. Si l'on trouve ces combinaisons, elles pourront porter le nom d'hidrures métalliques, ou de métaux hidrogénés, suivant que l'hidrogène ou le métal y domineront.

8. Plusieurs métaux sont déja connus dans leur propriété de s'unir au carbone, et il est très-naturel de penser que la plupart jouissent de cette propriété, et que si elle n'y est point encore reconnue, c'est faute de recherches suffisantes. Quand le carbone entre en combinaison avec les métaux, ce qui n'a lieu que par la fonte, ou à une haute température qui ramollit beaucoup la surface métallique, les métaux perdent l'arran-

gement naturel de leurs molécules, changent de forme, de couleur, de ductilité, de pesanteur, de fusibilité, etc. S'il y a peu de carbone, on les nommera métaux carbonés : dans le cas opposé ce seront des carbures métalliques.

9. On ne connait pas l'action du gaz hidrogène carboné sur les métaux ; peut-être l'hidrogène carboné est-il susceptible de s'unir à ces corps. Au reste, l'hidrogène ayant plus d'attraction pour l'oxigène que n'en ont la plupart des substances métalliques, il est évident que leurs oxides doivent être décomposés par le gaz hidrogène, ou par les diverses combinaisons hidrogénées. On prouve cette décomposition en traitant le plus souvent des oxides métalliques chauds par le gaz hidrogène ; ils repassent aussi à l'état de métaux, et il se forme de l'eau par l'union de l'hidrogène avec l'oxigène des oxides. Quelquefois ces décompositions ont lieu à froid, et par le simple contact.

10. Le phosphore se combine facilement avec tous les métaux, pourvu que ceux-ci, très-divisés, se trouvent en contact avec le phosphore au moment où il se sépare des composés, et sur-tout de l'acide phosphorique dans lesquels il est engagé. S'il y a peu de phosphore dans ces combinaisons, on doit les nommer métaux phosphorés ; si elles contiennent au contraire plus de phosphore que de métaux, ce sont des phosphures métalliques. Tous ces composés sont plus ou moins grenus, lamelleux, cassans, fusibles, inflammables, quelquefois même par le choc, fétides par le contact de l'eau et de l'air humide. Le phosphore y perd sa propriété lumineuse et même une grande partie de sa combustibilité. Il est vraisemblable que les phosphures métalliques existent dans la nature, et qu'ils constituent certaines mines, quoiqu'on ne l'ait point encore vérifié par l'analyse.

11. On n'a point examiné avec assez de soin l'action du gaz hidrogène phosphoré sur les métaux ; il est permis de croire que ces combinaisons existent même dans la nature. Les

oxides métalliques sont la plupart décomposés par ce gaz, qui, en les reportant à l'état métallique, forme de l'eau et de l'acide phosphorique à mesure qu'il leur enlève l'oxigène.

12. Le soufre s'unit dans diverses proportions avec le plus grand nombre des métaux. Ceux d'entre eux qui sont très-fusibles deviennent difficiles à fondre par cette combinaison; elle hâte au contraire la fusibilité de ceux qui sont réfractaires. Les sulfures métalliques sont extrêmement abondans et fréquens dans la nature : ils constituent le plus grand nombre des mines métalliques. Souvent le calorique en chasse ou une portion du soufre, ou tout le soufre qu'ils contiennent, c'est un des procédés qu'on pratique en grand pour se procurer d'une part, et de l'autre pour commencer à séparer ou purifier les matières métalliques. Les sulfures métalliques ont beaucoup d'autres propriétés importantes qui seront décrites à l'article de chaque métal en particulier. On se contentera d'ajouter ici que quelques-uns sont souvent très-combustibles, et qu'ils absorbent promptement l'oxigène, qu'ils peuvent servir à l'eudiométrie, qu'ils décomposent l'eau, qu'il s'en dégage, dans ce dernier cas, du gaz hidrogène sulfuré, et qu'ils en sont même la source la plus abondante, etc.

13. Le gaz hidrogène sulfuré agit d'une manière très-remarquable sur plusieurs substances métalliques; par le plus léger contact elles sont colorées; dans ce cas il paraît que l'oxigène atmosphérique s'unit à l'hidrogène, et le métal au soufre; aussi les métaux long-temps exposés à ce gaz se couvrent-ils à leur surface d'une croûte de sulfure métallique; il y en a d'autres qui semblent l'absorber tout entier et se combiner avec lui en hidrosulfures. L'effet de ce gaz est encore plus marqué sur le plus grand nombre des oxides métalliques; les uns l'absorbent tout entier et se combinent avec lui de manière à former des oxides hidrosulfurés; les autres le décomposent et se décomposent en même temps plus ou moins complétement. Alors tout ou partie seulement de leur oxigène se porte sur l'hidrogène

avec lequel il forme de l'eau, tandis que le métal, désoxidé ou moins oxidé qu'auparavant, s'unit au soufre et constitue un métal sulfuré. C'est pour cela que la plupart des oxides métalliques sont très-rapidement colorés, plus ou moins brunis ou noircis par le plus léger contact du gaz hidrogène sulfuré. Les eaux chargées d'hidrogène sulfuré produisent le même effet.

14. On ne connaît nulle combinaison entre les métaux et le diamant. Cependant le fer fondu qui, en coulant sur le côté d'un diamant rouge dans un creuset où on le faisait chauffer au milieu des charbons, a scorifié et comme vitrifié cette partie du diamant, et paraît s'être véritablement combiné avec lui, semble annoncer une attraction entre ces deux genres de corps; ce fait mérite toute l'attention des chimistes, et il seroit à desirer qu'on le vérifiât en chauffant fortement des métaux avec le diamant.

15. Il est peu de corps qui aient autant d'utilité, et conséquemment qui soient autant employés que les métaux. Il n'en est pas non plus qui aient autant exercé l'industrie humaine, et donné naissance à une si grande multiplicité d'arts différens. L'histoire particulière de ces corps, destinée à former la sixième section de cet ouvrage, offrira les usages de chacun, et une courte notion de la série des arts qui ont rapport aux métaux. Il suffira de faire remarquer ici que leur examen chimique, si riche en faits nombreux, et leur traitement si varié dans les ateliers, ont infiniment contribué au perfectionnement de la raison humaine; ce qui est bien prouvé par la supériorité manifeste que présentent au philosophe, soit dans leurs jouissances domestiques, soit dans leur prospérité publique, les nations où les arts métalliques sont cultivées avec le plus de succès.

Fin du premier volume.

TABLE DES MATIÈRES

DU PREMIER VOLUME.

PREMIÈRE SECTION.

Bases de la science chimique; généralités et introduction.

DEUXIÈME SECTION.

Des corps simples ou indécomposés.

Fin de la table du premier volume.

ERRATA.

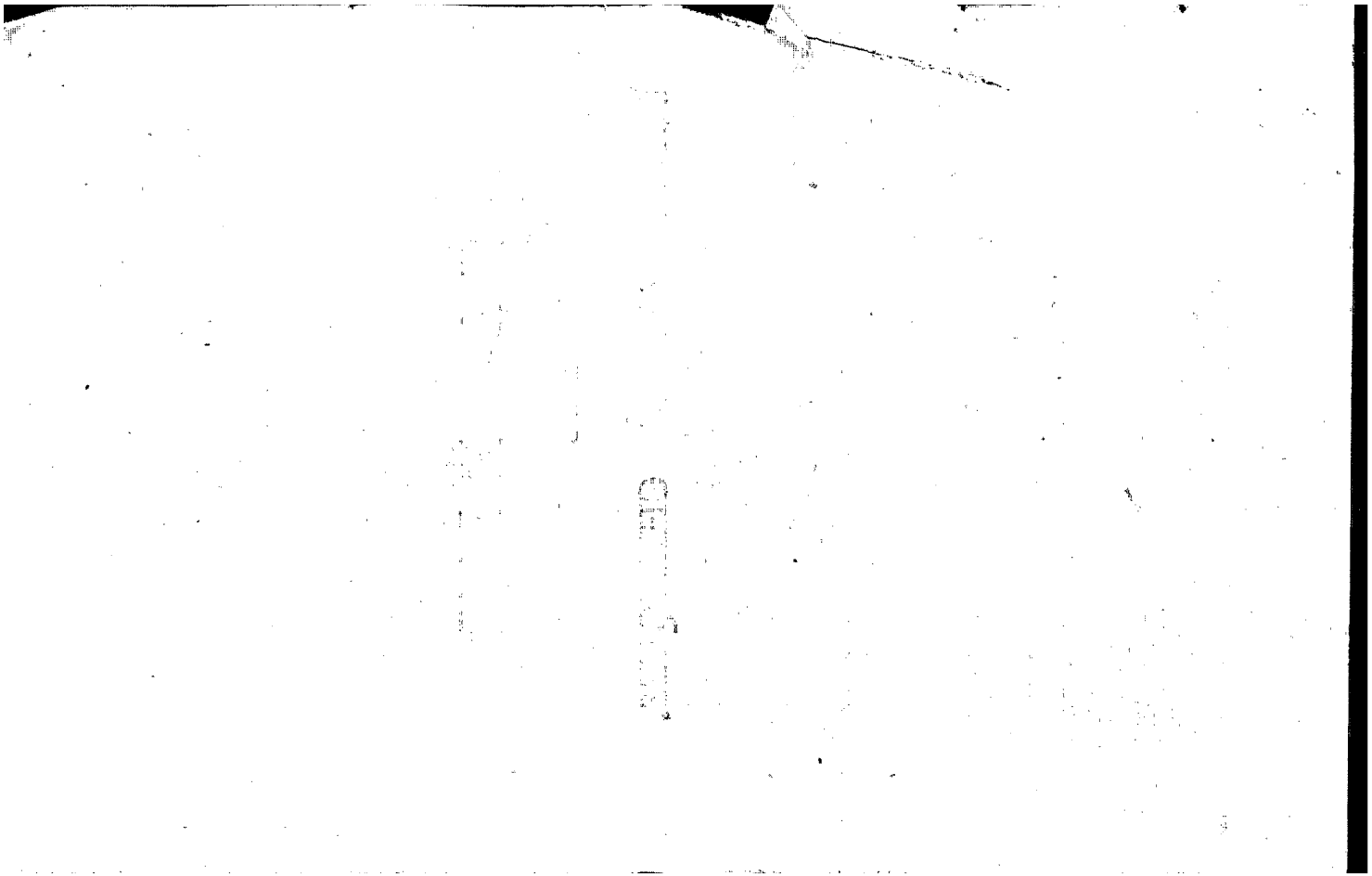
Page xxxvj, *discours préliminaire*, ligne 23 : *après* alcalifiant, *ajoutez ce qui suit :* Il y a plus de douze ans que j'ai soupçonné l'azote d'être le principe alcalifiant; j'ai même proposé en 1787 de le nommer *alcaligène.*

40, ligne 29. *après* formation, *ajoutez* de l'acide.
58. —— 21. qu'elles fournissent, *lisez* qu'il fournit.
68. —— 23. que le mouvement, *lisez* que dans le mouvement.
117. —— 1. *après* obliquement, *ajoutez* passe.
149. —— 3. physiques, *lisez* chimiques.
Id. —— 27. variété, *lisez* rarité.
151. —— 1. qu'on y plonge, *lisez* qui le sent.
153. —— 9. dans les corps, *lisez* dans les combinaisons des corps.
159. —— 11. connu, *lisez* certain.
166. —— 7. rapprocher, *lisez* rapporter.
181. —— 18. Cette, *lisez* C'est cette.
204. —— 10. ou du, *lisez* et du.

SYSTÊME

DES

CONNAISSANCES CHIMIQUES.



SYSTÈME

DES

CONNAISSANCES CHIMIQUES,

ET DE LEURS APPLICATIONS

AUX PHÉNOMÈNES

DE LA NATURE ET DE L'ART;

PAR A. F. FOURCROY,

De l'Institut national de France ; Conseiller d'État ; Professeur de chimie au Muséum d'histoire naturelle, à l'École polytechnique et à l'École de médecine ; des Sociétés philomathique et philotechnique, d'Agriculture, d'Histoire naturelle ; de la Société médicale d'émulation, de celle des Amis des arts, de celle des Pharmaciens de Paris ; du Lycée républicain, du Lycée des arts ; membre de plusieurs Académies et Sociétés savantes étrangères.

TOME II.

PARIS,

UDOUIN, Imprimeur de l'Institut national des Sciences et des Arts, rue de Grenelle-Saint-Germain, n°. 1131.

BRUMAIRE AN IX.

Cet ouvrage est mis sous la sauve-garde de la loi.
Tous les exemplaires sont signés par l'Auteur et l'Imprimeur.

A. L. Fourroy Baudoüin

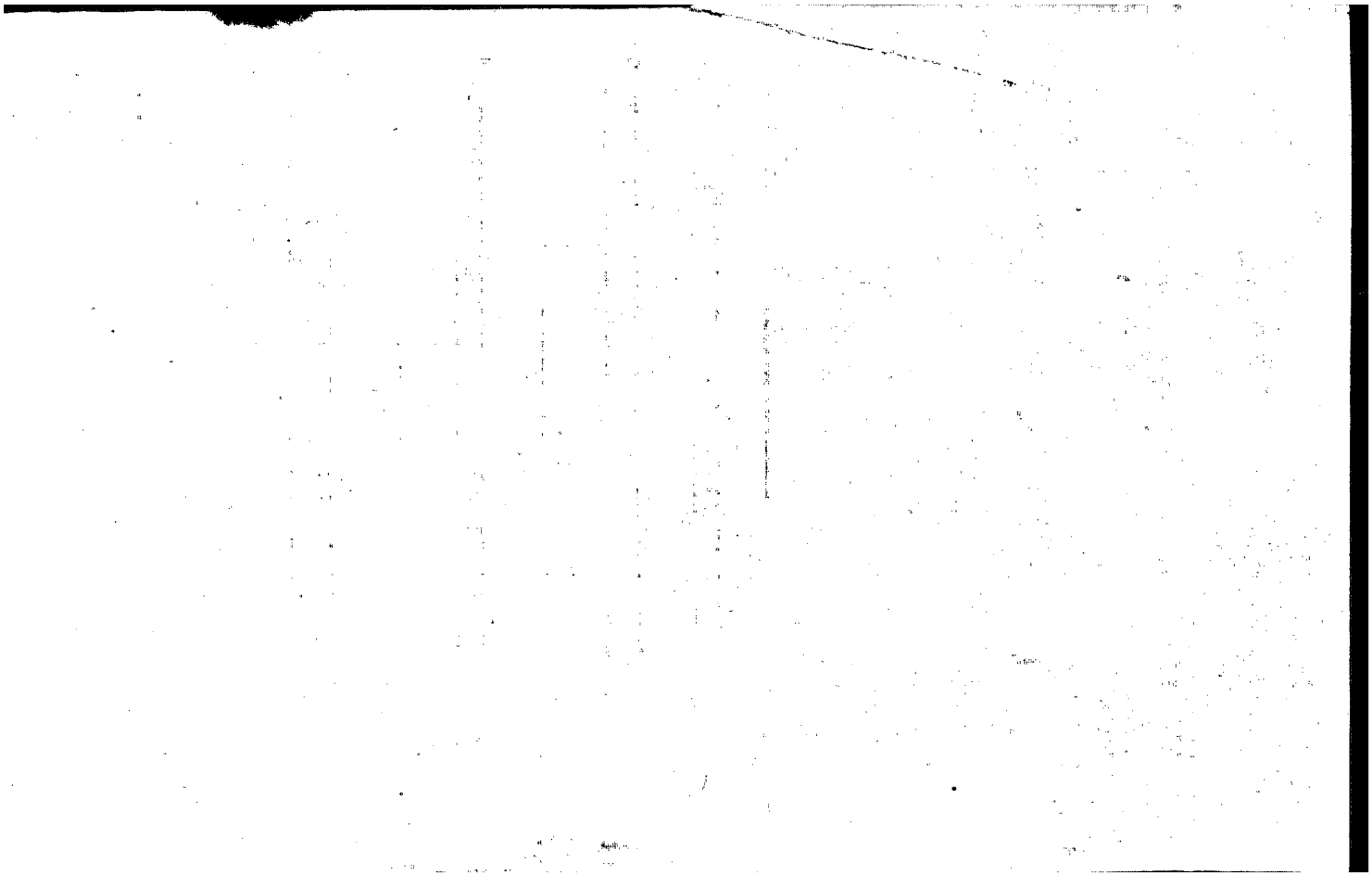
SYSTÊME

DES

CONNAISSANCES CHIMIQUES.

TROISIÈME SECTION.

CORPS BRULÉS.



TROISIÈME SECTION.

Des corps brûlés oxides ou acides.

ARTICLE PREMIER.

De la combustion. Considérations générales sur les oxides et les acides.

1. On a vu dans les articles IV et V de la section précédente, que la combustion, regardée en général par tous les hommes comme un ensemble de lumière, de chaleur et de mouvement, dénaturant les corps dans lesquels elle avait lieu, était pour les chimistes une véritable combinaison des combustibles avec l'oxigène, quelle consistait spécialement dans cette combinaison; que le plus souvent le gaz oxigène, en perdant sa forme et en laissant échapper son dissolvant en lumière et en chaleur, prenait l'état solide des combustibles, s'y fixait plus ou moins fortement, s'y unissait en diverses proportions, y adhérait avec plus ou moins d'énergie; que quelquefois au contraire les corps se fondaient, se volatilisaient, se dissolvaient dans le gaz oxigène, partageaient sa fluidité élastique; qu'on pouvait juger de l'état plus ou moins solide de l'oxigène dans les corps brûlés en estimant la quantité de calorique qui s'en dégageait; que l'oxigène ayant des degrés différens d'attraction élective pour les divers combustibles, on pouvait, à l'aide de quelques-uns de ceux-ci, décomposer certains corps brûlés; que ce phénomène, nommé en général décombustion, était favorisé par le contact de lumière; qu'une accumulation de calorique, sur-tout, agissant en même temps que la lumière, pouvait

souvent débrûler les corps oxigénés sans addition d'autres corps combustibles; que l'oxigène, outre qu'il s'unissait en doses différentes à chacun des corps combustibles comparés, se combinait aussi en proportion variée dans chacun d'eux en particulier, suivant la manière dont on le brûlait; que différentes portions d'oxigène qu'on pouvait supposer divisées par la pensée dans un corps qui en était saturé, comme on pouvait les y unir séparément, adhèraient avec des degrés de force différens, et en général d'après une des lois des attractions, en raison inverse de la saturation. Ces données, acquises par les travaux des chimistes français modernes, conduisent à connaître les propriétés des corps brûlés.

2. Chaque fois qu'il a été question dans la dernière section d'un corps combustible simple en particulier, on a eu soin en décrivant les phénomènes de sa combustion d'en annoncer le résultat ou le produit, toujours beaucoup plus pesant que le premier corps, puisque l'oxigène y est ajouté. On s'est servi pour désigner ce produit, tantôt du mot oxides, tantôt du mot acides, et comme on n'a jamais employé que ces deux noms dans l'exposé de tous les résultats de la combustion des sept corps simples traités ci-dessus, c'était dire en d'autres termes que tous les composés des combustibles et de l'oxigène étaient des oxides ou des acides; et en effet en considérant l'ensemble de toutes les matières inflammables qu'offre la nature, dans leur état brûlé, on ne peut jamais y trouver que des oxides ou des acides.

3. On nomme oxides en général, les corps oxigénés qui ne sont point acides, c'est-à-dire, qui n'ont pas la saveur aigre, la forte attraction et les autres propriétés caractéristiques des acides. La chimie moderne, en désignant ces corps oxigénés non acides par le nom d'oxides, a voulu faire entendre que ces composés avaient cependant des analogies plus ou moins marquées avec les acides, qu'on pouvait même quelquefois les considérer comme tels, qu'ils se comportaient comme eux dans

plusieurs combinaisons, qu'ils étaient sujets aux mêmes genres d'attractions; c'est ce qu'expriment et l'origine étymologique de ce mot, et sa terminaison semblable à celle des acides.

4. On doit distinguer deux genres d'oxides, ou de corps oxigénés non acides; les uns en effet restent toujours tels, et ne passent jamais à l'état d'acides, de quelque manière qu'on les traite; ils ne sont pas acidifiables. Les autres ne sont que des espèces de passages intermédiaires entre l'état de corps combustibles et celui d'acides; ils ne sont oxides que parce qu'ils ne contiennent encore qu'une trop faible proportion d'oxigène pour être acides, mais ils sont susceptibles de s'acidifier, si on continue à leur ajouter de l'oxigène.

5. Parmi les oxides proprement dits qui ne peuvent pas passer à l'état d'acides, qui ne sont pas acidifiables, on doit ranger l'oxide d'hidrogène ou l'eau, et un assez grand nombre d'oxides métalliques. Dans le genre de ceux qui peuvent être acidifiés par une addition d'oxigène, on compte plusieurs des corps combustibles non métalliques, et qui pouvant passer en effet à l'état d'acides par une suffisante proportion d'oxigène, ne restent oxides que jusqu'à ce qu'ils aient absorbé cette proportion du principe acidifiant. Tels sont spécialement le phosphore, le soufre, l'azote, et peut-être même le carbone.

6. Les oxides, soit non acidifiables, soit acidifiables, peuvent être encore distingués non-seulement par la proportion diverse d'oxigène que chacun des radicaux oxidables comparés entre eux sont susceptibles d'absorber, mais encore par celle de ce principe que chacun d'eux en particulier peut contenir; c'est-à-dire, en d'autres termes que chaque oxide de la même substance varie par la quantité d'oxigène qu'il contient, et qu'il doit également varier par ses propriétés. On trouvera sur-tout cette distinction très-nécessaire pour les oxides de chaque métal, qui diffèrent beaucoup les uns des autres en raison de leur état plus ou moins avancé d'oxidation. Une foule de phénomènes chimiques, autrefois inexpliquables, deviennent très-faciles à concevoir

quand on connaît cette distinction, prouvée d'ailleurs par une foule d'expériences.

7. On peut encore distinguer les oxides divers les uns des autres par l'adhérence de leurs principes : il en est qu'on décompose ou qu'on désoxide très facilement; le seul contact d'une lumière faible suffit souvent pour débrûler ceux-là. D'autres, un peu plus difficiles à désoxider, exigent l'addition d'une quantité plus ou moins grande de calorique à la lumière. Quelques-uns sont tellement permanens dans leur état d'oxides, ou retiennent avec tant de force l'oxigène qui leur est uni, qu'on ne peut presque le leur enlever par aucun moyen, ou qu'on est obligé d'employer plusieurs moyens à la fois, plusieurs attractions réunies pour parvenir à ce but : il ne faut point oublier que l'hidrogène et le carbone étant les deux corps combustibles qui ont le plus d'attraction pour l'oxigène, on s'en sert presque toujours avec succès, à la vérité à l'aide d'une température plus ou moins élevée, pour décomposer les oxides.

8. Je parlerai dans deux articles séparés de ces trois genres d'oxides principaux; celui d'hidrogène, ou l'eau, tiendra le premier rang et formera le premier article. Dans le second je placerai les oxides métalliques et les oxides des corps combustibles non métalliques. Quoique parmi ces trois genres d'oxides, il n'y ait que le premier qui doive être traité avec quelques détails, puisque les deux suivans seront décrits dans d'autres articles ou sections de cet ouvrage, il est indispensable de réunir ici quelques notions générales sur les oxides métalliques et non métalliques pour présenter un système vraiment méthodique et complet des connoissances chimiques, et pour éclairer, également dans tous ses points, la vaste carrière qui reste à parcourir après leur examen.

ARTICLE II.

De l'eau ou de l'oxide d'hidrogène.

1. L'esprit pendant si long-temps accoutumé à compter l'eau au nombre des élémens, semble répugner à la ranger parmi les corps composés. Cependant l'expérience a prononcé depuis plus de quinze ans : et comme aucun fait ne l'a contredite, quelque hypothèse d'ailleurs qu'on ait supposée pour en expliquer le résultat, il est bien évident que si quinze parties de gaz hidrogène absorbent pour brûler quatre-vingt-cinq parties d'oxigène, et si ces deux corps forment par leur union cent parties d'eau très-pure, quand ces gaz le sont eux-mêmes, il faut en conclure que l'eau est réellement un composé d'hidrogène et d'oxigène, séparé chacun de leur dissolvant gazeux, et que c'est un véritable oxide puisqu'elle n'a pas les propriétés acides.

2. Cette espèce d'oxide d'hidrogène, l'eau, est répandue sous les formes ou dans les états, solide, liquide et fluide élastique, avec tant d'abondance à la surface du globe et dans l'atmosphère, qu'il n'est pas étonnant que beaucoup de philosophes, en considérant son ensemble, ses grands usages, ses nombreux phénomènes, aient pu la regarder comme un élément servant à la composition et à la formation de beaucoup d'êtres naturels.

3. Les chimistes eux-mêmes ont dû adopter cette opinion à mesure qu'ils ont vu l'eau sortir de la plupart de leurs analyses, se présenter à eux dans un nombre immense d'opérations, se dégager au moment où le lien qui unissait les principes des corps, se relâchait ou se rompait par leurs efforts. Forcés en quelque sorte de la regarder elle-même comme un principe commun dans un grand nombre de composés, ils l'ont rangée long-temps parmi leurs élémens chimiques sous le nom de *phlegme* ou *flegme*.

4. Quoique la nature présente fréquemment l'eau dans ses trois états solide, fluide, et vaporeux, comme chacun de ces états tient à la proportion diverse de calorique et conduit à l'histoire de ses combinaisons, lorsqu'on veut connaître les propriétés physiques de l'eau avant que d'étudier ses propriétés chimiques, il paroît bien naturel de considérer d'abord l'eau liquide, parce que c'est dans cet état qu'elle porte plus particulièrement le nom d'eau, parce que c'est sous cette forme qu'elle s'offre le plus souvent et le plus abondamment à nos yeux, et qu'elle produit les phénomènes les plus nombreux.

5. Cependant le naturaliste qui doit observer l'eau dans tous les états pour en atteindre toutes les masses et en embrasser toute l'influence, la décrit dans l'atmosphère sous la forme de nuages, de brouillards, se précipitant de l'air sous celle de rosée, de pluie, de neige, de grêle; se rassemblant à la surface de la terre en ruisseaux, en sources, en torrens, en rivières, en fleuves, en étangs, en lacs et en mers, formant des glaces éternelles sur les hautes montagnes et sous les pôles. En distinguant les eaux atmosphériques et les eaux terrestres, il observe son passage de la surface des mers dans l'atmosphère, son transport par les vents d'un lieu dans un autre au sein de l'atmosphère; il la voit creusant et sillonnant la surface du globe, se filtrant à travers ses couches, se rassemblant dans ses cavités souterraines en grands réservoirs d'où s'élèvent les sources et s'écoulent quelquefois les rivières, déplaçant peu à peu les masses extérieures et les couches de la terre, usant, dégradant, abaissant les montagnes, comblant les vallées, formant au fond des mers de grands dépôts qui se trouvent à sec par le laps des siècles, dissolvant et faisant cristalliser beaucoup de fossiles, les changeant sans cesse de places successives, se filtrant dans les filières des végétaux; en un mot, il reconnaît que l'eau en masse, en mouvement, et comme dissolvant, est un des grands agens de la nature, et influe de mille manières sur ses phénomènes. Tous ces détails qui appar-

tiennent à l'histoire naturelle de l'eau, constituent proprement l'hidrologie.

6. Le physicien, en observant les propriétés sensibles de l'eau à son état liquide le plus fréquent, détermine sa pesanteur huit cent cinquante fois plus considérable que celle de l'air; sa parfaite limpidité, son insipidité, sa qualité inodore, son incompressibilité; sa tendance à prendre toujours son niveau qui sert à déterminer le plan de l'horizon et à connaître la position respective des corps; sa pression et sa densité qui ne laisse propager les sons et même la lumière qu'avec beaucoup plus de difficulté que l'air; ses mouvemens accélérés par sa chûte, par l'inclinaison du plan sur lequel elle coule, et dont on tire un parti si avantageux en mécanique; la communication de ce mouvement aux corps qu'elle frappe, qu'elle entraîne, qui flottent, etc. En appliquant à toutes ces propriétés la science du calcul, on établit les principes de l'hidrostatique et de l'hidrodynamique.

7. Si l'on considère particulièrement ses deux états solide et fluide élastique, la glace paraît être une véritable cristallisation de l'eau; due à la séparation du calorique, elle offre, quand elle se forme, tous les phénomènes des corps qui cristallisent; il se produit pendant sa formation une chaleur qui fait monter le thermométre de quelques degrés, l'accès de l'air et le mouvement favorisent cette formation; son volume augmente dans un sens donné comme celui des sels en cristallisation; sa forme est régulière, soit dans la réunion constante de ses aiguilles à soixante ou à cent vingt degrés, soit dans chaque aiguille en particulier qui est un prisme à quatre pans terminé par des sommets diëdres. Une fois formée, la glace peut se réduire en poussière; elle peut perdre beaucoup de calorique, elle est très-élastique, elle exerce une forte action sur les organes animés, en leur enlevant rapidement du calorique. L'air qu'elle contient souvent entre ses molécules la rend opaque et plus légère que l'eau liquide; quand elle se

fond, elle reste constamment à la température de 0 tant qu'il y en a une portion de solide, parce qu'elle absorbe tout le calorique libre pour se liquéfier.

8. En observant l'eau en fluide élastique, on la trouve parfaitement transparente; elle devient visible, blanche, nuageuse, quand le calorique qui la tient fondue lui est enlevé; le volume qu'elle occupe, comparé à celui de l'eau liquide, est comme 800 à 1; son élasticité et son ressort produisent des explosions violentes ou des effets remarquables en mécanique, comme on le voit dans les pompes à vapeur ou à feu. L'eau se combine très-facilement à un grand nombre de corps; elle favorise la combustion tellement, qu'on a cru qu'elle étoit changée en air ou en remplissoit entièrement les conditions. En repassant à l'état liquide, elle laisse séparer du calorique libre et élève la température de tous les corps voisins. C'est à ce passage que sont dus les phénomènes d'un grand nombre de météores aqueux, et l'échauffement constant de l'atmosphère après la condensation des vapeurs d'eau.

9. L'eau n'éprouve point d'altération sensible de la part de la lumière; en glace, elle la réfracte fortement; dans l'état liquide, la réfraction est supérieure à la densité de l'eau; et c'est d'après ce phénomène que Newton a deviné qu'elle contenait quelque chose de combustible, et soupçonné, comme on le sent, la présence de l'hidrogène cent ans avant qu'il ait été découvert. La vapeur d'eau décompose ou disperse aisément les divers rayons de la lumière, c'est-à-dire leur communique en les brisant les divers et proportionnels mouvemens qui constituent les couleurs : la vapeur d'eau introduite dans l'air d'un ballon qu'on place entre l'œil et une lumière, y montre toutes les nuances de l'arc-en-ciel. Quoiqu'on ne connaisse point encore la manière dont l'électricité agit dans les phénomènes chimiques, il est essentiel de décrire ses effets certains. Quand on tire un grand nombre d'étincelles électriques dans un petit tube plein d'eau, à l'aide d'un

conducteur et d'une boule métallique qu'on y insère, l'eau se décompose et se sépare en gaz hidrogène et en gaz oxigène, et lorsque sa décomposition est assez avancée pour que les deux boules plongent dans les deux gaz de manière que l'étincelle y éclate, ces gaz s'enflamment de nouveau et reforment l'eau; de sorte qu'on peut dire que l'électricité décompose l'eau en ses deux élémens qu'elle isole en gaz, et qu'elle recombine leurs bases de manière à la recomposer.

10. L'action du calorique sur l'eau dans ses différens états mérite toute l'attention du physicien et du chimiste. Le premier y considère les changemens d'état, le second une vraie combinaison chimique, et tous les effets des dissolutions. Il faut donc voir cette action sur la glace, sur l'eau liquide et sur sa vapeur. La glace absorbe pour se fondre une proportion de calorique qui élève un poids égal d'eau liquide à soixante-quinze degrés; sa capacité est donc beaucoup plus grande que celle de l'eau liquide, puisque sans prendre un seul degré de température, elle enlève ce qui en produit soixante dans une quantité d'eau qui égale la sienne. L'eau liquide est donc une véritable combinaison de glace et de calorique; c'est une fusion en tout comparable aux autres fusions des corps quelconques: on ne peut estimer dans l'eau fluide que la portion du calorique au-dessus de 0; toute celle que tient la glace est inappréciable; voila pourquoi il y a tant de difficultés et d'incertitudes entre les physiciens sur le 0 réel, ou la quantité de calorique contenue dans l'eau à 0 du thermomètre.

11. L'eau liquide, la glace en fusion, l'eau dans son état ordinaire, se dilate, augmente de volume par l'introduction du calorique entre ses molécules. Elle augmente peu à peu en chaleur sensible, jusqu'à un certain terme marqué sur le thermomètre de Réaumur par 80 degrés, qu'on partage en cent dans le thermomètre centigrade, dont la marche est suivie dans cet ouvrage. Alors elle ne se change plus davantage, elle passe à

l'état de vapeur : chaque nouvelle molécule de calorique se combine avec l'eau chaude et la dissout en gaz ; de là le terme constant de température de l'eau bouillante. Ce passage est accompagné de bulles plus ou moins abondantes, et plus ou moins grosses, qui traversent la liqueur avec frémissement, et qui constituent l'ébullition de l'eau. Pour bien faire entendre ce phénomène, j'ai coutume de dire que dans ce cas l'eau fait effervescence avec elle-même, et en effet c'est un fluide élastique qui s'élève du sein d'un liquide ; et on ne peut pas avoir d'autre idée de l'effervescence. C'est, si l'on veut encore, une portion d'eau déja gazeuse, devenue indissoluble dans l'eau chaude à cent degrés, et qui s'en échappe. Les bulles partent du fond, parce que c'est le point par où le calorique arrive dans l'eau, qui ne peut plus en recevoir sans prendre la forme gazeuse. La pesanteur et la pression de l'air, comme son état plus ou moins dissolvant, influent sur l'ébullition de l'eau, elle bout plus vîte ou à moins de cent degrés, lorsqu'on fait l'opération sur une montagne où le baromètre ne marque pas vingt-huit pouces anciens ; elle bout plus difficilement dans les profondeurs de la terre où le mercure est plus élevé dans le baromètre. C'est donc à une pression atmosphérique donnée que doivent être construits les thermomètres ; c'est pour la même raison que de l'eau à cinquante degrés bout très-rapidement dans le vide.

12. La dilatation et l'ébullition de l'eau par l'intromission du calorique, ne changent rien à la nature de l'oxide d'hidrogène qui la constitue. La vapeur d'eau ou le gaz aqueux, produit de son ébullition, n'est pas un gaz permanent, elle se laisse facilement enlever le calorique qu'elle contient, et redevient liquide par le contact de tous les corps froids. C'est sur ce phénomène qu'est fondée la distillation de l'eau, opération que l'on fait très-souvent dans les laboratoires pour obtenir ce liquide bien pur, tel qu'il est nécessaire aux expériences délicates. On se sert pour cela d'un alambic de cuivre étamé ;

l'eau qn'on place dans le vase inférieur, espèce de chaudron qu'on a décoré du nom de cucurbite, s'élève en vapeur par l'action du feu dans le chapiteau qui le recouvre ; celui-ci étant enveloppé d'un sceau de cuivre plein d'eau froide dont la basse température condense la vapeur, conduit l'eau liquéfiée et pure dans une rainure rentrante qui termine ce chapiteau par le bas, et qui, au moyen d'une légère pente, fait écouler l'eau par le bec d'un canal, d'où elle est reçue dans un vase de verre nommé récipient. On peut aussi mettre à profit la distillation de la nature faite dans l'atmosphère et recueillir l'eau de la pluie au milieu d'une vaste cour, loin des toîts, pour avoir cette eau bien pure. Les anciens chimistes préféroient même l'eau de la pluie pour leurs opérations, et l'on va voir bientôt qu'elle diffère de l'eau distillée artificiellement par l'air dont elle est chargée, tandis que l'eau distillée n'en contient pas.

13. L'oxigène n'a point d'attraction bien sensible pour l'eau qui en est saturée, et qui ne peut pas en prendre plus que les 0,85 qu'elle en contient. Le gaz oxigène est cependant susceptible de se fixer ou de s'absorber par l'eau, et c'est un fait bien connu et bien avéré aujourd'hui que l'eau absorbe plus abondamment et plus facilement ce gaz que le gaz azote.

14. L'eau et l'air ont une attraction assez marquée l'une pour l'autre ; quand on fait passer de l'air à travers de l'eau, il en dissout une quantité d'autant plus grande qu'il était plus dépourvu auparavant de ce liquide. L'air qui séjourne sur l'eau, celui qui se meut plus ou moins rapidement à sa surface, et mieux encore celui qu'on agite ou qu'on bat avec de l'eau, en prend une quantité plus ou moins grande suivant sa densité. Il est reconnu que l'air condensé en dissout plus, et qu'à mesure qu'il se raréfie, il en laisse précipiter ; telle est la raison de la vapeur légère ou du nuage qu'on apperçoit lorsqu'on fait le vide dans un récipient à l'aide de la machine pneumatique. La dissolubilité de l'eau dans l'air

est également la cause de l'évaporation que ce liquide éprouve dans l'atmosphère. Cette évaporation est favorisée ou retardée par beaucoup de circonstances, telle que sa température, sa pression, etc. Les effets continuels de dissolution et de précipitation d'eau dans l'air atmosphérique, dont les changemens seuls ou les commencemens sont marqués par l'hygromètre, produisent tous les météores aqueux. Il faut bien distinguer l'état hygrométrique de l'air d'avec la véritable dissolution chimique de l'eau ; on ne montre l'eau dissoute que par des procédés chimiques qui seront exposés par la suite, et l'hygromètre n'indique que l'eau qui se dissout et l'eau qui se précipite, au moment où s'opèrent cette dissolution ou cette précipitation. L'air chaud et sec en apparence, d'un beau jour d'été, où l'hygromètre ne marque aucune humidité, dépose de l'eau lorsqu'on le plonge dans la glace, et ce n'est qu'au moment où cette eau devient libre, que l'hygromètre en annonce la présence. Quoique tout ce qui tient à la dissolubilité de l'eau dans l'air atmosphérique ait été infiniment mieux apprécié dans la physique moderne, c'est cependant une partie de la chimie météorique, qui n'est à peine qu'ébauchée. Il est important de faire remarquer ici que l'eau agitée ou lancée en l'air, outre qu'elle s'y dissout et le sature, peut le purifier non-seulement en le mouvant et le renouvelant, mais encore en lui enlevant les fluides élastiques irrespirables, dissolubles et étrangers à sa nature propre, qu'il peut contenir.

15. Si l'eau se dissout dans l'air, l'air est également absorbé par l'eau. Toutes les fois qu'on met ces deux corps en contact, il s'établit dans leur combinaison réciproque un équilibre, comme dans toutes les dissolutions. A mesure que l'air se sature d'eau qui se *gazéfie*, l'eau se sature d'air qui se liquéfie. Toute eau qui est exposée à l'air s'en charge plus ou moins abondamment. Telle est une des principales causes de la différence des eaux qui coulent à la surface de la terre, et de

celles qui se filtrent entre ses couches ou qui séjournent et stagnent dans ses cavités ; telle est aussi la principale différence qui existe entre l'eau qui se précipite de l'atmosphère pendant les pluies, et celle qui est purifiée par la distillation chimique. Outre les différens moyens que les chimistes ont de reconnaître la quantité d'air contenue dans l'eau, dont il sera fait mention par la suite, outre l'expérience si connue des bulles d'air qui se dégagent de l'eau à la surface de laquelle on fait le vide, on voit l'air s'échapper par l'action du calorique accumulé jusqu'à faire bouillir l'eau ; on le voit encore quitter ce liquide au moment où il se gèle et se cristallise. Ainsi la dissolubilité de l'air dans l'eau a pour ses deux limites la température de la glace et celle de l'eau bouillante. En recueillant l'air de l'eau par l'action du feu, on a trouvé qu'il étoit un peu plus pur que l'air atmosphérique, et on en a conclu que ce liquide absorbait un peu plus de gaz oxigène que de gaz azote de l'atmosphère. L'eau bien privée d'air n'a pas la saveur vive et comme piquante qu'elle a lorsqu'elle en est pourvue ; elle pèse sur l'estomac et ne favorise pas aussi bien la digestion que la première.

16. On ne connaît pas de combinaison entre l'eau et l'azote. Le gaz azote mis en contact avec ce liquide n'est pas sensiblement absorbé, et lui-même ne paraît dissoudre que très-peu d'eau. Cette propriété négative de gaz azote pour l'eau est même un des caractères, qui sert souvent en chimie pour reconnaître et distinguer cette espèce de gaz.

17. L'hidrogène ne paraît pas non plus avoir d'attraction pour l'eau ; les 0,15 de ce principe qu'elle contient en saturent complétement l'oxigène, et le gaz hidrogène n'est en aucune manière dissoluble dans ce liquide. Cependant ce gaz contient souvent une certaine quantité d'eau qu'il dissout en passant à travers. L'eau chargée d'air, et sur-tout de gaz oxigène, paraît avoir la propriété d'absorber du gaz hidrogène ; mais ce fait, qui n'a point encore été vérifié, semble dépendre de

quelque impureté dans ce gaz, qui varie beaucoup de propriétés suivant les divers corps combustibles qu'il tient si souvent en dissolution. Cependant on verra bientôt que l'azote et l'hidrogène, qui seuls sont indissolubles, y deviennent très-dissolubles quand ils sont combinés ensemble.

18. L'eau n'a qu'une action faible sur le carbone froid; elle est facilement absorbée par les charbons, qui deviennent humides dans l'air surchargé d'eau, et qui exercent sur lui une sorte d'action hygrométrique. J'ai examiné des charbons conservés depuis plusieurs siècles dans des tombeaux, et je les ai trouvés ramollis, rendus presque friables par l'eau dont ils étaient imprégnés. La nature a des des moyens qui nous sont encore inconnus de dissoudre le carbone dans l'eau pour le porter dans les filières des végétaux dont il forme la principale nourriture. Si l'on ne peut pas observer d'action entre l'eau et le carbone froid, on en remarque une très-forte entre l'eau et le carbone rouge. A cette température, le carbone a plus d'attraction pour l'oxigène que n'en a l'hidrogène. L'eau est décomposée rapidement; il s'en dégage du gaz hidrogène carboné et du gaz acide carbonique. Des charbons bien rouges, plongés sous des cloches pleines d'eau, excitent une effervescence accompagnée d'un bruit sensible, et donnent ces deux gaz. Voilà pourquoi en jettant peu d'eau sur une grande masse de charbons allumés, on augmente la combustion plus qu'on ne l'éteint; voilà pourquoi des charbons humides, fortement chauffés, brûlent avec flamme et exhalent un gaz hidrogène carboné, très-fétide et très-méphitique. L'eau n'a que peu d'action sur le gaz hidrogène carboné; cependant elle contracte par leur contact une odeur fétide, et elle en dissout plus que du gaz hidrogène pur.

19. Le phosphore et l'eau ne s'unissent point à froid ni à chaud. On voit le phosphore chaud liquide et bien fondu sous l'eau: en continuant à le chauffer, il la traverse, et vient brûler à sa surface où il se volatilise. On conserve sans altération

du phosphore transparent sous l'eau bouillie et bien privée d'air, en tenant exactement bouchés les vases qui les contiennent. Au contraire l'eau aérée brûle peu à peu la surface du phosphore, et le recouvre d'un oxide blanc qui cache sa transparence. Si la lumière frappe le phosphore plongé dans l'eau aérée, la couleur rouge qu'il acquiert prouve qu'il brûle encore davantage à l'aide de l'oxigène dissous dans l'eau. Il n'est pas prouvé qu'à une très-haute température le phosphore n'ait pas plus d'attraction avec l'oxigène que n'en a l'hidrogène, et ne décompose pas l'eau. Cette expérience dangereuse n'a pas été tentée. On enflamme très-bien le phosphore fondu sous l'eau en y portant du gaz oxigène au fond d'un matras ; c'est une des plus éclatantes inflammations que l'on puisse faire.

Le gaz hidrogène phosphoré n'est pas dissoluble dans l'eau ; il se dénature, cesse d'être spontanément inflammable à l'air, et dépose du phosphore quand on le tient long temps en contact avec ce liquide.

20. Le soufre et l'eau dans différens états, et à quelque degré de température que ce soit, n'ont pas une action chimique appréciable. A froid, le soufre trempé dans l'eau ne perd rien de son poids, et ne lui donne aucun caractère chimique particulier, quoiqu'on ait prétendu qu'il lui communiquait des propriétés médicinales. Le soufre fondu jeté dans l'eau liquide, lorsque sur-tout il a été tenu quelque temps en fusion et jusqu'à ce qu'il ait pris un état visqueux, y conserve un degré de mollesse et de ductilité dont il a déja été fait mention dans le dixième article de la section précédente ; mais l'eau, en acquérant cependant une légère saveur et une odeur remarquable, ne lui fait rien perdre de son poids. Il ne faut pas confondre cette action avec celle qu'exerce le soufre lorsqu'il a commencé à s'enflammer avant qu'on le verse dans l'eau ; dans ce dernier cas, il se dissout un peu d'acide sulfureux. Il est bien reconnu qu'à une haute température le soufre n'a aucune action décomposante sur l'eau, qu'il n'a

jamais plus d'attraction pour l'oxigène que celui-ci n'en a pour l'hidrogène, et que c'est pour cela qu'on n'a jamais pu favoriser ni la combustion du soufre, ni la formation de l'acide sulfurique par l'eau même en vapeur. Le gaz hidrogène sulfuré se dissout dans l'eau et forme une eau sulfureuse artificielle. On traitera de cette dissolution dans la section suivante, en parlant des corps qui font obtenir facilement et abondamment le gaz hidrogène sulfuré.

21. L'eau, sans dissoudre le phosphore sulfuré ou le soufre phosphoré, et sans être décomposé, comme on l'a vu, ni par le phosphore, ni par le soufre, paraît cependant être décomposable par ces deux combustibles unis en combinaison binaire. Il a été dit à l'article X de la seconde section que le phosphore sulfuré, fondu dans l'eau, se boursoufflait, se gonflait, et qu'il sortait de sa surface des bulles qui s'enflammaient souvent dans l'air; on a remarqué qu'il se dégageait en même temps une odeur fétide, alliacée. Ces deux phénomènes annoncent en effet que l'eau est décomposée, puisqu'il s'en dégage du gaz hidrogène sulfuré et phosphoré.

22. Il n'y a nulle action entre le diamant et l'eau. Il paraît cependant certain que ce corps combustible, quelque dur qu'il soit, a été dissous dans l'eau, et qu'il ne doit qu'à l'évaporation lente de son dissolvant et à la concentration de sa dissolution les formes cristallines constantes et si remarquables qu'il affecte dans la nature. L'art n'a encore recherché ni soupçonné par quel procédé cette dissolution pouvait être opérée dans le sein de la terre, où il n'est pas douteux qu'elle ait lieu.

23. Les métaux se comportent de deux manières générales avec l'eau liquide et l'eau en vapeur, car leur action sur la glace se borne à partager le calorique qu'elle contient suivant leur capacité réciproque. Les uns, et c'est le plus grand nombre, n'ont aucune action sur elle, et restent en contact sans lui faire éprouver aucune altération et sans en éprouver eux-mêmes, à quelque température qu'on élève leur mélange.

On a cependant dit qu'il n'y avait pas de métal qui ne pût s'oxider dans un très-grand état de division et avec une très-grande masse d'eau, à l'aide d'une violente et longue agitation; mais on fera voir ailleurs que cela ne peut dépendre que de l'air contenu dans l'eau. Quelques métaux, ce sont les plus combustibles et ceux qui ont la plus forte attraction pour l'oxigène, peuvent décomposer l'eau, même à froid, quoique lentement, mais rapidement et abondamment lorsque leur température est assez élevée. Dans ce dernier cas il se dégage une grande quantité de gaz hidrogène, et le métal se trouve réduit en oxide. Comme ce dégagement de gaz hidrogène a lieu même à froid, il en résulte que l'oxigène aqueux se fixe plus solide dans le métal qu'il ne l'était dans l'eau, et que c'est au calorique séparé qu'est due la fusion aériforme de l'hidrogène. On verra par la suite combien d'applications heureuses fournit à la science ce fait capital de la décomposition de l'eau par les métaux, découvert à Paris en 1784.

24. L'eau par sa grande abondance, par ses divers états, par ses propriétés physiques, par son action chimique sur un grand nombre de corps, soit comme dissolvant, soit comme se décomposant, remplit une foule de fonctions dans la nature et dans les arts. Il est presque superflu d'exposer ici ses grands usages dans les phénomènes naturels. L'hydrographe, le géologiste, le naturaliste, le météorologiste, peuvent et doivent emprunter toutes les lumières de la chimie pour en expliquer les grands effets. Le mécanicien même, quoique fondé sur l'hydrostatique et l'hydrodynamique pour se guider dans l'emploi de cet agent, ne doit pas négliger les lumières que lui fournit la chimie sur ce corps si important: elles sont également indispensables à l'agriculteur et au médecin, car l'eau joue un grand rôle, comme aliment, dans la végétation et l'animalisation, et comme médicament dans les maladies de l'homme et des animaux. Le minéralogiste ne peut rien savoir d'exact sur la nature et la différence des eaux terrestres sans les connais-

sances chimiques. Enfin les résultats de l'action chimique de l'eau sur tous les corps de la nature, et dans les productions des arts sont si multipliés et si utiles, que chacun des articles suivans de cet ouvrage en présenteront de continuelles applications à toutes les branches de la philosophie naturelle.

ARTICLE III.

Des oxides métalliques et non métalliques.

1. Je ne parlerai ici des oxides métalliques, et de ceux de plusieurs autres combustibles que d'une manière générale, et pour rendre plus complette et plus méthodiquement systématique l'histoire des corps brûlés à laquelle cette troisième section est consacrée. Parmi les oxides, les uns seront examinés en détail dans l'histoire particulière des métaux qui fera le sujet de la sixième section de cet ouvrage; les autres ont déja été indiqués dans la section précédente ou seront traités par la suite avec tous les développemens qu'exige l'importance de plusieurs d'entre eux. Le but de cet article est donc seulement de donner un apperçu sommaire de leur nature et de leur différence, en les considérant comme formant un genre de corps dont la nature appartient à la série des composés qui font le sujet de cette section.

2. Les oxides métalliques sont les produits de la combustion des métaux; ils sont naturels ou artificiels, rarement purs dans la nature: c'est à l'art chimique qu'on doit la préparation de la plupart de ceux qu'on emploie à une foule d'usages dans les procédés des manufactures et dans les ateliers. Ce sont pour la plupart des poussières plus ou moins fines, pesantes, dures, nuancées de toutes les couleurs diverses les plus brillantes et les plus durables, telles qu'on les admire dans les verres colorés, dans les émaux et sur les porcelaines. Leur saveur est presque toujours acerbe, acre, caustique; quelques-uns sont cependant

peu sapides. Ceux que leur causticité fait ranger parmi les poisons les plus énergiques, la doivent à ce que l'oxigène n'y tient que faiblement et peut leur être enlevé par les matières animales; ceux au contraire qui sont peu sapides ou insipides tiennent fortement à l'oxigène et ne le laissent arracher qu'avec plus ou moins de peine.

3. On les prépare à chaud ou à froid, par la fusion ou sans la fusion des métaux, par le simple contact de l'air, ou à l'aide du gaz oxigène pur, ou par la décomposition de l'eau; cela est relatif à l'attraction que chaque métal a pour l'oxigène. Ce principe y est aussi contenu plus ou moins solide, plus ou moins privé de calorique; c'est en partie à cet état de l'oxigène qu'est due la facilité avec laquelle il se sépare des uns, et la difficulté qu'il a pour se séparer des autres.

4. Non-seulement tous les métaux exigent une quantité différente d'oxigène pour en être saturés; mais chaque métal en particulier prend suivant la manière dont on le traite pour l'oxider, des proportions différentes de ce principe. Il y en a qui se trouvent dans quatre ou cinq états d'oxidation différens les uns des autres; on peut donc reconnaître dans un métal porté jusqu'à son maximum d'oxidation, différentes portions d'oxigène comme ajoutées les unes aux autres, et comme c'est une loi de l'attraction chimique, qu'elle est en raison inverse de la saturation, il est évident que la première quantité d'oxigène combinée avec un métal, y adhère plus que la seconde, celle-ci plus que la troisième, en sorte qu'il doit se laisser enlever bien plus facilement la dernière portion ajoutée que toutes les autres. Cette distinction essentielle est une source d'applications bien importantes pour concevoir un grand nombre de phénomènes chimiques.

5. La lumière mue d'une manière différente et réfléchie avec un mouvement particulier de la surface de chaque oxide métallique les altère tous plus ou moins, et tend à les ramener à l'état de métaux, à les réduire ou à les débrûler.

Il y a à cet égard de grandes différences entre les divers oxides métalliques, suivant l'attraction que l'oxigène exerce sur leurs radicaux et suivant sa plus ou moins forte adhérence. De-là les changemens de nuance qu'éprouvent les couleurs métalliques exposées à la lumière dans des vaisseaux transparens, et la nécessité de les enfermer dans des vases opaques pour les conserver sans altération; les oxides vitrifiés ou combinés avec des verres, ne sont plus altérables ou sont beaucoup moins altérables par le contact de la lumière.

6. Le calorique décompose complettement ceux des oxides métalliques qui tiennent peu à l'oxigène; il n'enlève à quelques-uns qu'une partie de leur oxigène qu'il fond en gaz; il ne produit aucun effet sur quelques-autres; il en est qu'il fond en verres. En aidant son action par la lumière, il les décompose mieux.

7. L'oxigène n'opère aucun changement dans les oxides saturés, il est souvent absorbé par ceux qui n'en contiennent que peu. Celui de l'atmosphère est absolument dans le même cas. On ne connaît point d'action de la part de l'azote sur les oxides métalliques.

8. L'hidrogène décompose tous les oxides dont les radicaux métalliques ne décomposent point l'eau; souvent il enlève les dernières portions de leur oxigène à ceux même dont les métaux décomposent l'eau. Cet effet a lieu, soit à froid, soit à une température plus ou moins élevée. Il se fond dans l'eau par cette union de l'hidrogène à l'oxigène, et les oxides repassent à l'état métallique.

9. Le carbone décompose tous les oxides métalliques à la température rouge; il ne les altère que rarement à froid. C'est par lui qu'on réduit le plus souvent les oxides et qu'on obtient les métaux; il se forme de l'acide carbonique par l'union du carbone et de l'oxigène.

10. Le phosphore décompose plusieurs oxides à froid; il en décompose plus encore à chaud; il forme de l'acide phos-

phorique et réduit ainsi les oxides ou les rapproche de l'état métallique. Le gaz hidrogène phosphoré agit de la même manière et plus vîte que le phosphore sur les corps brûlés.

11. Le soufre ne décompose que très-peu d'oxides métalliques ou n'enlève qu'à quelques-uns une portion de leur oxigène ; il s'unit entièrement à d'autres et forme des oxides sulfurés. Le gaz hidrogène sulfuré agit promptement et même à froid sur beaucoup d'oxides, par la double attraction de l'hidrogène pour une partie de l'oxigène, et du métal moins oxidé pour le soufre. On verra par la suite dans cette action la source de plusieurs phénomènes et de plusieurs combinaisons chimiques très-remarquables.

12. Il n'y a aucune action connue entre le diamant et les oxides métalliques. Quelques métaux agissent sur plusieurs d'entre eux, et les décomposent, soit complétement lorsqu'ils ont plus d'attraction avec l'oxigène que les radicaux, soit partiellement lorsqu'ils peuvent leur enlever une portion de ce principe et, en s'oxidant eux-mêmes, se mettre avec les premiers dans une sorte d'équilibre d'oxidation. Cet effet qui a lieu tantôt à froid, tantôt à chaud seulement, donne beaucoup d'applications utiles aux phénomènes chimiques comme on le verra ailleurs. En passant d'un oxide métallique dans un autre métal suivant les lois de son attraction, l'oxigène prend quelquefois dans sa nouvelle combinaison un état plus solide ; alors il se dégage du calorique et quelquefois même de la lumière ; la réduction de l'oxide primitif et la formation de l'autre est alors accompagné d'une plus ou moins vive inflammation. Telle se présente la réduction de l'oxide de mercure rouge par le zinc, l'étain, etc., ainsi que je le décrirai par la suite.

13. L'eau n'agit que mécaniquement sur un grand nombre d'oxides métalliques, et sert à les diviser ou à séparer leurs molécules suivant leur degré de ténuité, comme on le fait dans les arts. Il est quelques oxides qu'elle dissout, et qui, par là, se rapprochent des acides. Ceux qui sont susceptibles de prendre

ce caractère sont comme tels, plus ou moins dissolubles dans l'eau.

14. Les oxides métalliques agissent entre eux à l'aide du calorique; ils se fondent souvent et se vitrifient les uns par les autres; souvent alors, par une espèce d'équilibre d'attraction, ils se partagent l'oxigène dans une autre proportion que celle qui existait dans chacun d'eux auparavant. C'est pour cela que leur couleur, leur pesanteur, leur dureté et toutes leurs propriétés varient dans cette espèce de combinaison réciproque.

15. Outre les oxides métalliques, et l'oxide d'hidrogène qui ont été étudiés jusqu'ici, l'azote, le phosphore et le soufre offrent à l'observateur, lorsqu'on commence à les brûler ou lorsqu'on les combine avec une petite proportion d'oxigène, des espèces d'oxides qui précèdent leur conversion en acides. C'est ainsi, que suivant la remarque de M. Humboldt, le phosphore n'enlève point tout l'oxigène à l'air, et retient dans le gaz azote qui s'en sature, une petite portion de gaz oxigène avec laquelle il constitue un oxide gazeux d'azote et de phosphore, ou un azoture de phosphore oxidé. Quant aux différens oxides, sous forme diversifiée, quelques-uns ont déja été indiqués dans les articles de la section seconde qui les concernent. L'oxide d'azote sera plus particulièrement examiné lorsque je m'occuperai de l'acide nitrique; on reconnaîtra que le gaz nitreux si souvent fourni par la partielle décomposition de cet acide, est un véritable oxide d'azote. Par rapport aux oxides de phosphore et de soufre, j'ai déja fait remarquer plus haut, que le phosphore brûlé lentement par l'air de l'eau formait une poussière blanche, fragile, détachée du phosphore solide et transparent placé au-dessous d'elle; c'est l'oxide blanc de phosphore; lorsqu'on le brûle fortement ou par sa combustion rapide, une portion reste en poudre ou écailles rouges; c'est l'oxide de phosphore rouge très-voisin de l'état d'acide. Il en est de même du soufre; quand on l'a chauffé ou fondu quelque tems avec le contact de l'air, il devient rouge ou brun, et il est alors

dans l'état d'oxide de soufre. Il n'est pas douteux que le phosphore et le soufre dans ces états d'oxides n'aient des propriétés différentes de ces corps combustibles purs, et qu'ils ne méritent beaucoup d'attention de la part des chimistes.

16. Il est très-remarquable que l'hidrogène ne puisse jamais être uni à l'état d'oxidation moindre que celle qui fait l'eau ; et comme l'eau elle-même ne peut plus absorber une nouvelle proportion d'oxigène, il faut en conclure que ces deux corps, l'hidrogène et l'oxigène, ne peuvent s'unir qu'à un terme donné. On a cru qu'il en était de même du carbone, dont on n'admettait pas, ou dont on ne connaissait pas d'oxide. Mais sur plus de vingt-quatre corps combustibles, soit acidifiables, soit simplement oxidables, il n'y a que ces deux seuls, l'hidrogène et le carbone, qu'on ait cru être dans ce cas ; car on ne sait rien d'exact sur l'oxidation ou l'acidification du diamant. Encore est-il permis de croire avec quelques chimistes modernes que le carbone dans l'état de charbon commun et noir, est une sorte d'oxide de carbone ; car on verra par la suite que dans beaucoup de combinaisons naturelles où il n'est point oxidé en particulier, il n'a pas de couleur noire, et qu'il ne prend cette couleur que lorsqu'en l'isolant, on commence à le brûler.

17. Un dernier genre d'oxides dont je dirai un seul mot ici, est celui que je nomme *oxides compliqués* ou *oxides à radicaux binaires*. Ce sont des composés ternaires d'hidrogène, de carbone et d'oxigène, où ce dernier uni à la fois aux deux premiers n'est pas en proportion suffisante pour saturer en particulier l'un et l'autre ; ils sont acidifiables par une accumulation d'oxigène ; on les trouve dans les végétaux dont ils représentent ou constituent les matériaux immédiats. On en parlera en détail dans la septième section de cet ouvrage.

18. Il résulte de ces considérations générales qu'il y a quatre genres très-différens d'oxides qu'on peut distinguer et dénommer de la manière suivante : 1°. *oxides binaires primitifs* susceptibles d'une seule proportion et saturés dans leurs principes dès

leur première combinaison ; il n'y a que l'eau ou l'oxide d'hidrogène dans ce genre ; 2°. *oxides binaires variables ;* tels sont la plupart des oxides métalliques qui peuvent différer suivant la dose d'oxigène, ou être dans différens états d'oxidation ; 3°. *oxides binaires acidifiables ;* ce sont ceux qui par une nouvelle addition d'oxigène, passent de l'état d'oxides à l'état d'acides : quatre métaux, le phosphore, le soufre et l'azote sont dans ce cas ; 4°. *oxides ternaires*, je comprends dans ce genre, l'hidrogène carboné, ou le carbone hidrogéné, l'un et l'autre oxigénés.

19. Si l'on considère enfin les opérations ou les phénomènes par lesquels on obtient les oxides et les acides, en brûlant ou en unissant les combustibles avec l'oxigène, on voit qu'on peut comprendre ce phénomène en général sous le nom d'oxigénation, comme genre qui a sous lui deux espèces, l'oxidation et l'acidification. Ces vues seront développées dans plusieurs articles suivans qu'elles éclaireront en même temps.

ARTICLE IV.

Des acides en général et de leur classification.

1. On nomme acides des corps brûlés ou oxigénés caractérisés par la saveur aigre, la propriété de rougir plusieurs couleurs bleues végétales, l'attraction forte pour la plupart des corps, et par la formation des sels quand on les combine avec des bases qui seront traitées dans la section suivante.

2. Parmi tous les acides que l'on connaît, le très-grand nombre analysés par différens moyens paraissent composés de substances combustibles et d'oxigène. Aussi beaucoup sont-ils fabriqués immédiatement par la combustion ; on peut aussi se les procurer dans la nature et les puiser dans les lieux où elle les présente quelquefois purs, ou bien, à l'aide des attractions électives, les séparer des composés qui les contiennent.

3. Comme la plus grande partie des acides sont connus dans

leur composition intime, et comme on y trouve constamment de l'oxigène, on attribue leur acidité à ce principe qui en a reçu son nom. Trois faits principaux prouvent cette assertion. Les corps ne deviennent acides qu'en absorbant de l'oxigène; leur acidité disparaît ou s'affaiblit quand on leur enlève l'oxigène en tout ou en partie.

4. Puisque l'oxigène ou principe acidifiant est commun à tous les acides, il est naturel d'attribuer leurs propriétés génériques d'acides à ce principe, et leurs propriétés spécifiques ou particulières à chaque individu acide, au corps qui y est oxigéné et qui varie en effet dans chacun de ses composés. On nomme ce corps l'acidifiable, la base ou le radical. Ce dernier mot le plus généralement employé aujourd'hui, exprime que la matière acidifiable à laquelle on le donne, est en quelque sorte la racine des propriétés qui caractérisent chaque espèce d'acide.

5. Quoique le nombre des acides soit très-considérable dans la nature, il ne sera question ici que de ceux qui sont formés par les combustibles simples ou indécomposés examinés dans la section précédente. On négligera la distinction d'acides minéraux, végétaux et animaux employée autrefois, parce qu'il a été commis beaucoup d'erreurs à cet égard, et parce qu'on les considère plutôt par leur nature intime que par leur origine. Cependant on observera que ceux qui doivent être traités ici appartiennent plus aux corps fossiles qu'aux corps organisés, comme de simples composés binaires dont le radical est indécomposable; tandis que les acides qu'on trouve dans les plantes, sont formés de radicaux binaires, et ceux des animaux, de radicaux souvent ternaires, toujours unis à l'oxigène.

6. Le carbone, le phosphore, le soufre, l'azote et quatre métaux, sont les huit substances combustibles indécomposées, qui, unies avec suffisante proportion d'oxigène, forment les acides à radicaux simples ou indécomposés appartenant à cette section. Il y a de plus trois acides qui paraissant fort analogues aux précédens et aussi simples qu'eux, appartiennent comme

eux à la classe des fossiles ou des minéraux, quoiqu'on ne les ait pas pu décomposer encore, mais qui doivent être placés dans la même série. Ce sont les acides muriatique, fluorique et boracique. Ainsi en les faisant précéder par les acides carbonique dont le carbone est la base, phosphorique qui a pour radical le phosphore, sulfurique qui est formé par le soufre, nitrique composé d'azote, et par les quatre acides métalliques, cela ferait onze acides différens les uns des autres.

7. Mais comme plusieurs radicaux de ces acides peuvent être acidifiés dans deux états, suivant qu'on les a plus ou moins complettement brûlés ou oxigénés, ainsi qu'on l'a déja indiqué dans la section précédente, on doit ajouter aux onze acides précédens, les acides phosphoreux, sulfureux et nitreux et un des acides métalliques, qui en portent le nombre à quinze. Comme aussi l'acide muriatique peut être combiné avec l'oxigène et passer à l'état particulier d'acide muriatique oxigéné, le nombre total des acides à traiter dans cette section est de seize.

8. Il est presque superflu de faire remarquer ici que les deux genres de terminaison dans les mots appliqués aux acides, désignent l'état particulier de ces composés, que ceux qui se terminent en *eux* sont moins chargés d'oxigène; que ceux qui se terminent en *ique* en contiennent davantage; que les noms spécifiques des acides sont pris, pour la plupart, de ceux de leurs radicaux; que si on ne l'a pas fait pour les acides nitrique et nitreux, qui ayant pour radical l'azote, sembleraient devoir être nommés *azotique* et *azoteux*, c'est que les auteurs de la nomenclature, non-contens de cette première dénomination qu'ils n'avaient adoptée que provisoirement quoiqu'elle soit restée depuis dix ans, ont voulu en même temps respecter l'ancien nom de *nitre* et de *nitreux* adopté généralement.

9. Tous les acides renfermés dans cette section ont une saveur aigre; mais elle est si forte dans quelques-uns, que ce sont des caustiques et des poisons terribles; elle est en quelque sorte

moyenne dans quelques autres; elle est faible et jamais acre dans certains : en général cette saveur, comme toutes les propriétés des acides, suit la raison inverse de l'adhérence du principe acidifiant. Plus l'attraction de l'oxigène pour le radical y est forte et plus la saveur est faible, ce qui annonce que la causticité est due à la facile séparation de ce principe et à son transport plus ou moins rapide sur les matières animales.

10. La propriété de changer les couleurs bleues végétales en rouge, à laquelle on attachait autrefois un caractère essentiel pour les acides, y varie beaucoup et n'est plus aujourd'hui qu'un caractère secondaire. Il y a plusieurs bleux végétaux qui ne sont que très-peu altérés par ces composés ; quelques acides ne rougissent que les bleux les plus faibles et les plus tendres; d'autres dénaturent, dégradent et détruisent même cette nuance. Il en est même qui n'altèrent pas ou presque pas les plus sensibles.

11. Quelques-uns des acides binaires ou à radicaux simples de cette section sont décomposés par la lumière; le calorique en volatilise beaucoup, en gazéfie plusieurs et en fond d'autres, qui sont fixes, en verres. Ils n'ont point ou ils ont peu d'action sur le gaz oxigène, si l'on en excepte les acides en *eux*, qui n'étant point saturés, l'absorbent peu à peu. Les uns attirent l'eau dissoute dans l'air ; les autres s'y réduisent en vapeurs et s'y dissolvent; il en est qui y restent inaltérables. Les corps combustibles simples agissent très-diversement sur les acides ; suivant la force d'attraction qui existe entre leurs radicaux et l'oxigène, ils sont ou décomposés ou non décomposés par tels ou tels de ces corps, comme on le verra dans l'histoire de chacun d'eux. La plupart sont très-dissolubles dans l'eau ; tous se combinent avec le plus grand nombre des oxides métalliques avec lesquels ils forment des sels qui seront examinés dans la section des métaux.

12. On peut puiser dans les différences générales que je viens d'énoncer beaucoup de méthodes différentes pour classer les acides. On voit d'abord qu'il en est qu'on fabrique de toutes pièces, et qu'on décompose, tandis que d'autres in-

connus encore dans leurs composans, puisqu'on n'a pas pu les décomposer, ne peuvent point être faits artificiellement ni séparés dans leurs principes. Considérés sous le point de vue de leur état d'acidification, il y en a de faiblement acides et de fortement acides; les premiers ont leurs noms terminés en *eux*, et les seconds en *ique*.

Quelques acides peuvent prendre la forme de gaz, et d'autres ne peuvent être obtenus que liquides; quelques autres sont solides.

Les uns ont des radicaux non métalliques, et les autres ont des métaux pour bases.

On en compte plusieurs parmi les caustiques les plus violens, et les autres sont légèrement aigres.

Mais toutes ces distinctions ne pouvant être indistinctement adoptées, ni combinées entr'elles, soit parce qu'elles partageraient très-inégalement ces acides, soit parce qu'il n'y aurait pas un avantage réel à les adopter, soit enfin parce que seize espèces seulement n'exigent pas une suite de propriétés caractéristiques très-considérables, en traitant d'abord des acides connus dans leur composition, et ensuite des acides inconnus ou indécomposés qui, comme je l'ai déja dit, ont cependant de trop fortes analogies pour les séparer des premiers, je me contenterai de disposer ceux-ci suivant le degré d'attraction de leurs radicaux pour l'oxigène, de sorte que le premier sera le moins et le dernier d'entr'eux le plus décomposable, et ceux-là, c'est-à-dire les indécomposés, seront placés en raison de leurs forces attractives. Je placerai à la suite de chaque acide saturé d'oxigène celui qui, ayant le même radical, est moins oxigéné et plus faiblement acide que le premier. Ainsi d'après cette simple classification, qui a l'avantage de rappeler toujours les plus importantes connaissances chimiques, celles des attractions électives, j'examinerai de suite dans autant d'articles séparés l'acide carbonique, l'acide phosphorique, l'acide phosphoreux, l'acide sulfurique,

l'acide sulfureux, l'acide nitrique, l'acide nitreux, les acides métalliques en général, que je ne considérerai ici que comme un genre d'acides, parce qu'ils seront d'ailleurs examinés en détail dans la section consacrée à l'histoire spéciale des métaux, l'acide muriatique, l'acide muriatique oxigéné, l'acide fluorique et l'acide boracique. Cinq acides métalliques étant donc compris dans un seul article, il n'y aura que douze articles qui traiteront des seize acides.

ARTICLE V.

De l'acide carbonique.

1. L'acide carbonique, formé, comme on l'a vu et comme son nom l'exprime, par l'union saturée du carbone et de l'oxigène, produit constant de la combustion des charbons, placé le premier ici dans l'ordre des acides à cause de la forte attraction de ses deux principes, tiendra toujours un rang distingué parmi les découvertes du dix-huitième siècle, parce qu'il a conduit à une foule d'autres découvertes qui ont produit la révolution chimique et donné naissance à la théorie pneumatique. Il est donc nécessaire de tracer en peu de mots son histoire, puisqu'elle est intimement liée à une des plus grandes époques de celles de la chimie et puisqu'elle tient au perfectionnement de la science.

2. Les anciens l'ayant regardé comme une vapeur pestilentielle, l'avaient désigné par le nom de *Spiritus lethalis*. Paracelse et Van-Helmont l'avaient entrevu comme matière particulière, et nommé *Spiritus sylvestris* et gaz. Hales, quoique le prenant pour de l'air gâté, le distingua par le nom d'air fixe qu'il a porté long-temps. Boerhaave l'obtint par l'effervescence saline dans le vide, et le crut de l'air atmosphérique. Fréd. Hoffmann le reconnut dans les eaux minérales acidules, et l'appela vapeur acide, principe éthéré.

Venel le fixa le premier, en 1755, dans l'eau pure et imita une eau minérale gazeuse, en y dissolvant le produit élastique d'une effervescence, quoiqu'il s'efforçât de prouver que c'était de l'air.

Black le présenta en 1757 comme une substance particulière, différente de l'air, saturant ordinairement la craie et les alcalis, leur otant leur causticité, et lui laissa le nom d'air fixe. Immédiatement après lui Cavendish, Macbride, Lane, Jacquin, Priestley, Bewly, Bergman, Rouelle, Chaulnes l'examinèrent avec plus ou moins de soin, et reconnurent beaucoup de ses propriétés et de ses combinaisons, en même temps que ses attractions chimiques; il fut après leurs recherches généralement regardé comme un acide.

En 1776, Lavoisier en détermina exactement la nature et la composition, et fit voir qu'il était formé de la partie pure du charbon et de l'air vital, ce que Cavendish avait entrevu au moins dix ans auparavant. Tenant et Pearson l'ont enfin décomposé, en ont fait une analyse exacte et y ont trouvé les principes que Lavoisier y avait indiqués, le carbone et l'oxigène dans les mêmes proportions qu'il avait annoncées. Vingt ans de recherches, dues aux chimistes cités, en apprirent plus sur cet acide caché si long-temps aux hommes, que l'on n'en savait encore sur d'autres acides connus plusieurs siècles auparavant. Ces travaux ont d'ailleurs ouvert la belle carrière de l'étude des fluides élastiques et de la révolution chimique.

3. Au milieu de toutes les expériences faites pendant vingt ans successivement sur cet acide, il n'est pas étonnant qu'on lui ait donné beaucoup de noms divers. Tels sont après ceux d'esprit sauvage, de gaz, les noms d'*air fixé* ou d'*air fixe* qui ont été d'abord généralement adoptés; ensuite ceux d'acide *méphitique* et d'acide *aérien* donnés, le premier par Bewly, et le second par Bergman. Les Français le nommèrent quelque temps, d'après Bucquet, acide *craïeux*. Lavoisier, après l'avoir

formé de toutes pièces, le distingua par le nom d'acide charbonneux, que l'on convertit en celui d'acide carbonique à l'époque de la nomenclature méthodique en 1787 : cette dernière dénomination est généralement adoptée aujourd'hui.

4. Quoique l'état le plus frappant et en quelque sorte le plus caractéristique de l'acide carbonique soit la fluidité élastique, ce n'est pas celui où il est le plus abondant et le plus fréquent sur notre globe. On le trouve en gaz dans plusieurs cavités souterraines, dans la grotte du chien près de Naples, et en général dans les pays anciennement ou actuellement volcanisés; il existe en gaz, mais mélangé seulement à la proportion d'un ou de deux centièmes dans l'air atmosphérique; beaucoup d'eaux terrestres le tiennent en dissolution; enfin il fait partie constituante d'une foule de sels et de mines où il est contenu sous forme solide, en sorte qu'on peut en conclure que la nature l'offre dans les trois états de gaz, de liquide et de solide parmi ses productions. A cet égard, il paraît être le plus abondamment répandu des acides; et si aucun d'eux pouvait mériter ce nom, il devrait être préférablement appelé acide *universel*.

5. Malgré l'abondance avec laquelle la nature présente l'acide carbonique, comme il est rarement pur et à la portée des chimistes dans son état de gaz, ils l'obtiennent artificiellement dans cet état par un grand nombre de procédés différens. Ces procédés se réduisent à deux classes : ou l'on fait de toutes pièces le gaz acide carbonique, soit en brûlant des charbons dans le gaz oxigéné, soit en décomposant des oxides métalliques, etc., par le charbon à l'aide du feu dans des appareils pneumatochimiques, soit en favorisant la décomposition spontanée des substances végétales sucrées par la fermentation vineuse, soit en distillant à une forte chaleur la plupart de ces substances, parmi les produits desquels on trouve le gaz acide carbonique assez abondant : ou bien on extrait le gaz acide des composés salins dont il fait

partie, soit en chauffant les composés dans des vaisseaux fermés et en les calcinant, soit en le dégageant par des acides plus forts que lui. Parmi tous ces procédés divers on préfère le dernier à cause de sa simplicité, de la promptitude qu'il donne à l'opération et du peu de frais qu'il exige. On parlera plus en détail de ce procédé à l'article des sels; on fera seulement remarquer ici que comme l'acide carbonique est solide dans la plupart des composés, il faut qu'il trouve, en se dégageant, du calorique séparé simultanément qui le fonde en fluide élastique.

6. Le gaz acide carbonique puisé dans les cavités souterraines qui en sont remplies, ou extrait des matières qui le contiennent, est, comme on doit le concevoir facilement, une combinaison d'oxigène et de carbone fondue dans le calorique, ou une espèce de composé ternaire. Il ne faut pas une grande quantité de calorique pour conserver sa fluidité élastique, puisque celle qui tenait l'oxigène en dissolution se dégage en partie pendant que le carbone rouge se dissout dans ce gaz. Cet acide aériforme, si long-temps confondu avec l'air par les chimistes, en diffère beaucoup par toutes ses propriétés. Quoique très-transparent et aussi invisible que l'air lui-même dans le plus grand nombre des circonstances, il est souvent rendu visible et vaporeux par l'eau qu'il entraîne en dissolution, par la fumée qui, restant à sa surface et soutenue en raison de sa pesanteur, forme une couche entre lui et l'atmosphère. Il a près du double de la pesanteur de l'air commun, ce qui fait qu'on peut le verser d'un vase dans un autre dont il déplace l'air, qu'il reste dans les vases ouverts par en haut, dans les cavités de la terre, et qu'il s'écoule par des robinets comme le ferait un liquide. Quand on le verse au soleil, dans un vase plein d'eau, sa densité, plus grande que celle de l'air, fait qu'il devient légèrement visible par les ondulations et les stries qu'il forme dans ce fluide en le traversant. Il ne peut servir

ni à la combustion, ni à la respiration; il asphixie et tue promptement les animaux dont le cœur et les muscles ont ensuite perdu toute irritabilité, et n'obéissent plus à la propriété Galvanique; il éteint les lumières comme si on les plongeait dans l'eau.

7. Il a une odeur piquante particulière qu'on sent au-dessus des cuves où fermentent le raisin et la bierre: on la trouve aussi dans le vin de Champagne mousseux. Lorsqu'on veut la reconnaître en plongeant le nez dans un vase qui en est rempli, il ne faut pas l'aspirer imprudemment parce qu'il excite la toux, l'éternuement, et parce qu'il cause promptement des étourdissemens et de la faiblesse qui peuvent aller jusqu'à l'asphixie. On reconnaît en même temps une saveur aigrelette et piquante dans ce gaz: il rougit très-bien la teinture de tournesol qui, exposée à l'air, redevient bleue à mesure qu'elle perd cet acide que l'air atmosphérique attire peu à peu.

8. Le gaz acide carbonique est traversé par la lumière qu'il réfracte sans en éprouver d'altération sensible; on verra cependant par la suite qu'elle tend à le décomposer et qu'elle favorise la séparation de ses principes par d'autres corps. Le calorique dilate ce gaz dans une raison ou un rapport avec la dilatabilité des autres fluides élastiques, qui n'est pas encore exactement apprécié. L'acide carbonique liquide ou solide a tant de tendance pour se fondre dans le calorique, et tant de disposition à se gazéfier, que le feu le sépare de la plupart des composés qui le recèlent, et l'en dégage sous la forme fluide élastique.

9. Il n'y a nulle action connue entre le gaz acide carbonique et l'oxigène; il ne peut en absorber plus qu'il en contient ou se suroxigéner. Quand on mêle ce gaz acide avec le gaz oxigène, on peut le respirer pourvu que le premier ne fasse pas plus que le tiers du second; car alors il agit sur les poumons et nuit à l'individu qui l'inspire. Le gaz

acide carbonique laissé en contact avec l'air s'y dissout peu à peu et couche par couche ; plus le contact est multiplié et plus la dissolution est sensible. Dans un vase large et ouvert le gaz acide carbonique est bientôt emporté ; dans un vaisseau long et étroit, ou resserré à son ouverture, il reste beaucoup plus long-temps sans se dissoudre dans l'air. On a déja dit qu'il y en avait toujours dans l'air atmosphérique une quantité égale à 0,01 ou 0,02. On peut en ajouter jusqu'à 0,10, et le faire respirer sans danger à quelques malades disposés à l'ulcération ou à l'inflammation des poumons, dont on assure qu'il arrête ou borne les effets. Si ce gaz mêlé à l'air y reste sans agitation à une dose qui excède quelques centièmes, il s'en précipite et en occupe la partie inférieure.

10. On ne connaît nulle attraction entre l'azote et l'acide carbonique. Le carbone ayant beaucoup plus d'attraction pour l'oxigène que n'en a l'azote, celui-ci n'opère aucun changement sur l'acide carbonique. Quand on mêle du gaz acide carbonique et du gaz azote, le premier étant encore plus lourd par rapport au second, qu'il ne l'est par rapport à l'air, s'en sépare plus vîte et se dépose vers le bas des vaisseaux où l'on a fait le mélange.

11. Quoique l'hidrogène ait à froid plus d'attraction pour l'oxigène que n'en a le carbone, puisque ce dernier, comme on l'a vu, ne décompose l'eau qu'à la température qui le rougit, le gaz hidrogène n'a aucune action, ni à froid, ni à chaud, à aucune température connue sur le gaz acide carbonique. Ces deux fluides élastiques mêlés se séparent suivant leur pesanteur spécifique; cela tient sans doute à l'état gazeux; et tout annonce que l'hidrogène, sous forme liquide ou solide, doit être capable de décomposer l'acide carbonique dans le même état. Quoiqu'on n'ait point encore acquis la preuve de ce fait, il a vraisemblablement lieu dans les composés végétaux et animaux : on reviendra sur ce point important dans les sections septième et huitième de cet ouvrage.

12. Il n'y a point d'attraction et de combinaison chimique connue entre le carbone et l'acide carbonique qui ne peut pas prendre une plus grande quantité de ce principe que celle qu'il contient. On a cependant annoncé un acide carboneux, c'est-à-dire, de l'acide carbonique surchargé de carbone; on verra par la suite de cet ouvrage, que la matière acide végétale, l'acide de la noix de galle, où cette combinaison a été indiquée, ne peut pas être regardée comme telle, puisqu'elle contient en même temps de l'hidrogène essentiel à sa nature de composé ternaire. Le charbon chaud a la propriété d'absorber et de condenser entre ses pores le gaz acide carbonique; mais celui-ci n'y adhère que peu, et le séjour de quelques instans sous l'eau suffit pour le séparer, soit en le dissolvant, soit en le dégageant.

13. Le phosphore n'a aucune action sur l'acide carbonique; il ne se dissout point dans cet acide gazeux, à quelque température que ce soit; il n'en change point la nature, parce que le carbone, sur-tout chauffé au rouge, a plus d'attraction avec l'oxigène que n'en a le phosphore. Cependant on verra par la suite qu'à l'aide d'une attraction disposante on parvient à décomposer l'acide carbonique par le phosphore.

14. Le soufre, moins attiré encore par l'oxigène que le phosphore, et conséquemment beaucoup moins que le carbone, n'agit en aucune manière et à aucune température sur l'acide carbonique. On a dit qu'il se dissolvait en partie dans cet acide gazeux par la chaleur, et qu'il lui donnait en partie l'odeur fétide du gaz hidrogène sulfuré; il doit en être de même du phosphore; mais ces dissolutions peu permanentes et peu fixes ne sont que des suspensions momentanées et non de véritables combinaisons.

15. Les gaz hidrogènes, carboné, phosphoré et sulfuré n'agissent pas d'une manière sensible ou appréciable sur l'acide carbonique. Le mélange de ce dernier en gaz avec les premiers diminue cependant leur inflammabilité, la rallentit,

ou l'arrête entièrement. On trouve de pareils mélanges dans beaucoup d'analyses et sur-tout dans les produits de la décomposition des substances végétales et animales. Le gaz inflammable des marais est souvent du gaz hidrogène carboné, intimement mêlé de gaz acide carbonique. Le gaz hidrogène sulfuré, tiré des eaux sulfureuses, est très-souvent aussi mélangé de gaz acide carbonique.

16. L'acide carbonique n'agit point sur le diamant; il ne peut avoir avec lui d'autre rapport que celui de l'analogie de nature, qui paraît exister entre la matière adamantine pure et le carbone radical de cet acide.

17. Le plus grand nombre des métaux n'éprouve aucune altération par le contact de l'acide carbonique; quelques-uns de ceux qui ont le plus d'attraction pour l'oxigène deviennent bien plus capables de décomposer l'eau et de lui enlever son principe oxidant, lorsque l'acide carbonique est en même temps en contact avec eux et l'eau: alors il se dégage du gaz hidrogène. Cet effet est dû à l'attraction disposante qui existe entre cet acide et les oxides métalliques. On voit donc qu'il n'y a aucune union entre les métaux et l'acide carbonique et qu'elle ne commence qu'au moment où l'oxidation des premiers a lieu. Il paraît cependant que le fer est susceptible, comme le phosphore, de décomposer l'acide carbonique uni à une base, et que c'est à cela qu'est due l'importante fabrication de l'acier fondu par le fer chauffé avec du marbre et de la terre de creuset, suivant la découverte du citoyen Clouet: il en sera question à l'article du fer.

18. Il y a une attraction assez forte entre l'eau et le gaz acide carbonique. On observe qu'en laissant ce gaz en contact avec l'eau, celle-ci l'absorbe peu à peu et finit par le faire entièrement disparaître: c'est ce qui s'est opposé longtemps à ce que les chimistes connussent cet acide gazeux et le distinguassent de l'air, quoique ce soit cependant là un de ses caractères distinctifs. Quand on agite de l'eau liquide

et froide avec le gaz acide carbonique, il s'y combine bien plus promptement. On dit communément que l'eau dissout le gaz ; mais c'est une expression erronée, puisqu'on ne peut appliquer le terme de dissoudre qu'à un corps solide qui se fond dans un liquide : il faut dire que l'eau condense et liquéfie le gaz acide carbonique en l'absorbant. Cette absorption ne peut se faire sans que le gaz ne perde sa forme fluide, ne diminue beaucoup de volume ; il perd donc dans ce cas son dissolvant aériforme ou le calorique : mais il en contient si peu que cette séparation n'est pas sensible et s'opère sans chaleur. Cependant la glace plongée dans ce gaz perd sa solidité et se fond à sa surface.

Comme la combinaison du gaz acide carbonique avec l'eau liquide est un des phénomènes les plus importans de cet acide ; et comme en même temps elle fournit un des produits les plus utiles à la médecine, il faut la décrire avec soin. Quoique l'eau, à cinquante degrés de température, et à plus forte raison l'eau bouillante, n'absorbe pas le gaz acide carbonique qui la traverse sans s'y arrêter et en y prenant même plus de volume ; quoiqu'on ait dit avec raison que plus l'eau liquide est froide et plus elle en absorbe, il faut cependant remarquer que cette absorption, à des températures basses, a un terme fixe. A o, ou au terme de la glace qui se forme, il n'y a point d'union entre ces deux corps : voilà pourquoi l'eau tenant du gaz acide carbonique s'en dépouille ou le perd au moment ou elle se gèle ; mais au-dessus de o, il est prouvé que l'eau liquide en absorbe d'autant plus qu'elle se rapproche plus de ce terme. A douze degrés, terme le plus ordinaire des climats les plus tempérés, et qu'on est convenu d'appeler température moyenne, l'eau retient $\frac{1}{542}$ de son poids, ou à peu près son volume de gaz acide carbonique ; elle peut en tenir près du double à deux ou trois degrés de refroidissement au-dessus de o. En ajoutant la pression au refroidissement on favorise singulièrement l'absorption de ce gaz par l'eau.

A l'aide de machines destinées à opérer cette pression, des physiciens de Genève sont parvenus à condenser dans de l'eau froide plus de deux fois et demi son volume de gaz acide carbonique, et à fabriquer des eaux gazeuses artificielles beaucoup plus fortes et plus chargées que celles de la nature.

On a imaginé plusieurs appareils divers pour opérer cette absorption, ou pour saturer l'eau de gaz acide carbonique. De simples moussoirs qui la battent et la divisent dans des vases plongés au sein d'une atmosphère de ce gaz, telle que le haut d'une cuve de bierre ou de vin en fermentation, suffisent pour remplir cet objet. Un grand tonneau, rempli à moitié d'eau et à moitié de gaz acide carbonique, roulés et agités ensemble, à l'aide de la suspension (comme on fait les dragées), est un appareil très-commode, parce que cette proportion d'absorption suffit dans tous les cas; quoiqu'on ait nommé cette eau *acidule*, *spiritueuse*, *gazeuse*, le nom d'acide carbonique qui exprime son état liquide est plus propre à distinguer cette combinaison.

19. L'acide carbonique liquide ou la dissolution de gaz acide carbonique dans l'eau, comme on le nomme communément, est un peu plus pesante que de l'eau pure; elle est à celle-ci comme 10015 est à 10000. Elle a une saveur piquante, aigrelette ou acidule; elle pétille par l'agitation et donne beaucoup de mousse; elle fait sauter les bouchons ou briser les bouteilles; elle perd son gaz acide par la soustraction du poids de l'air dans la machine pneumatique, par la simple exposition à l'air qui le dissout peu à peu, et par le calorique qu'on y accumule; elle paraît dans ce dernier cas bouillir beaucoup plus vîte que de l'eau commune. Elle rougit la teinture de tournesol. On la conserve en la gardant dans des vases bien bouchés, en la comprimant fortement par des bouchons retenus avec de fortes ficelles ou des fils de fer, en l'exposant dans des lieux au-dessous de douze degrés.

20. La découverte de cette dissolution ou liquéfaction du gaz acide carbonique dans l'eau a expliqué la nature, les propriétés et la formation des eaux minérales, nommées acidules, spiritueuses, ou gazeuses ; on a vu que celles-ci sont absolument du même genre que celle qu'on prépare en chimie, et que l'art peut les imiter avec une grande précision. Cette belle découverte, outre beaucoup d'applications utiles à l'histoire des sels, dont il sera parlé dans les sections suivantes, a fait connaître encore à quoi sont dus le piquant et tous les effets des bierres, des cidres, des vins nouveaux, dont l'acide carbonique, qui tend à s'en dégager sous forme de gaz, et qui y a été enfermé pendant la fermentation vineuse, est la seule source.

21. La plupart des oxides métalliques peuvent s'unir à l'acide carbonique et former avec lui des composés saturés que la nature offre souvent en grande abondance, et que l'art peut préparer facilement : quelques oxides même ont la propriété d'absorber ce corps gazeux, dans lequel on les plonge chauds. Sous sa forme liquide il s'y combine également et en rend plusieurs dissolubles dans l'eau. Ce phénomène, en expliquant la formation de plusieurs mines et de quelques eaux minérales, a beaucoup contribué aux progrès de la minéralogie, comme je le ferai voir ailleurs. On sent bien que les détails relatifs à l'union de l'acide carbonique avec les oxides et à la nature des carbonates métalliques doivent appartenir à l'histoire particulière des métaux.

22. Ce qu'on a exposé ici des propriétés de l'acide carbonique suffit pour faire concevoir combien de lumières les découvertes relatives à cet acide ont dû porter dans la connaissance des phénomènes de la nature et des arts. La combustion du charbon, l'altération qu'elle fait naître dans l'air, les mofettes des cavités souterraines, la formation des sels, des mines et des eaux minérales, la respiration qui forme cet acide en même temps que de l'eau, et qui consiste en partie

dans l'oxigénation du carbone surabondant du sang, la végétation même, comme je le prouverai dans une autre section, une foule d'autres phénomènes encore, qui seront développés dans les articles suivans, et qui étaient autrefois autant de miracles inexplicables, sont devenus des questions simples dont il est très-facile de donner la solution : ainsi la philosophie naturelle a reçu un grand accroissement par l'examen de l'acide carbonique.

23. Tout ce qui est compris dans l'histoire de cet acide important peut être divisé sous six chefs.

A. Celui de sa composition intime par 0,28 de carbone et 0,72 d'oxigène, plus une certaine quantité de calorique, par lequel ce composé binaire est tenu en dissolution gazeuse. Elle a lieu dans une foule de circonstances déja énoncées, ou qui le seront par la suite, et qu'elle rend faciles à comprendre.

B. Celui de son histoire naturelle, qui l'offre sous forme gazeuse et pure, en gaz mêlé à l'atmosphère, en liquide et roulant dans les eaux, en solide et salifiant ou minéralisant une foule de fossiles.

C. Celui de ses propriétés physiques, lorsqu'il est en état de gaz : sa pesanteur, sa saveur, son odeur, sa compressibilité, sa dilatabilité, etc.

D. Celui de ses combinaisons, où il entre tout entier, dont il fait partie intégrante. Il sera repris en détail dans les sections suivantes.

E. Celui de sa décomposition, qui n'a lieu que par des attractions compliquées et disposantes, dont il sera parlé plusieurs fois dans quelques articles de la cinquième section.

F. Enfin celui des applications multipliées, aux phénomènes de la nature et de l'art que présentent les connaissances acquises par les cinq chefs précédens, et des usages auxquels il peut être employé.

24. Ces usages de gaz acide carbonique, ou de l'acide car-

bonique liquide, sont très-fréquens en chimie, et servent à la préparation de plusieurs composés ou à la démonstration des vérités qu'elle renferme. On en fait aussi beaucoup d'applications en médecine, comme rafraîchissant, antiseptique, diurétique, antiscorbutique, anticancéreux, etc. : on a même été jusqu'à le vanter presque comme un spécifique dans les calculs de la vessie. Mais, quoique ce ne soit pas un remède à négliger, il s'en faut de beaucoup qu'il ait répondu à toutes les espérances qu'on en avait conçues : un des cas où il est le plus utile, c'est celui des hémorrhoïdes, dont il calme souvent les douleurs, et dont il appaise et diminue le gonflement et la distension.

ARTICLE VI.

De l'acide phosphorique.

1. Le nom d'acide phosphorique désigne assez, d'après les règles établies dans l'article IV, la combinaison acide saturée de phosphore et d'oxigène. Je le place le second parmi les acides à radicaux simples, parce que son radical tient ce rang parmi les corps combustibles acidifiables, par rapport à son attraction pour l'oxigène. Il est immédiatement après le carbone. Il n'a jamais porté d'autre nom.

Quelquefois cependant on l'a nommé acide du phosphore; mais cette dénomination est vicieuse, soit parce qu'elle semble exprimer qu'on le tire du phosphore, ce qui est une erreur de l'ancienne chimie, soit parce qu'en ne lui donnant pour acception que celle d'acide préparé avec le phosphore, elle le confond avec un autre acide, l'acide phosphoreux, dont il est si important de le distinguer soigneusement. Sous ce dernier point de vue, le nom acide du phosphore pourrait être regardé comme générique, et alors il auroit en quelque sorte deux espèces; l'une, l'acide phosphorique; et l'autre, l'acide phosphoreux.

2. Il n'y a pas long-temps qu'on connaît en chimie l'acide phosphorique. On croyait encore avec Stahl, jusqu'à plus du tiers du dix-huitième siècle, que le phosphore qu'on en retirait, comme on le verra bientôt, était produit par l'acide muriatique qu'on connaîtra plus bas. Margraff fut le premier à le bien distinguer de tous les autres acides en 1743, à faire voir qu'il existait dans les sels de l'urine humaine, et que seul il pouvait fournir du phosphore, comme celui-ci pouvait seul se changer en acide phosphorique. Tous les chimistes ont bientôt vérifié cette belle découverte, et l'erreur introduite par Stahl a été rejetée unanimement. On a trouvé ensuite cet acide dans quelques substances végétales, quoiqu'on ait pensé pendant long-temps qu'il était presque particulier aux matières animales. Schéele et Gahn le découvrirent dans les os en 1772. Bergman, Proust et Tenant le retirèrent assez abondamment de plusieurs fossiles, salins et métalliques. Lavoisier prouva de son côté, par d'ingénieuses et d'exactes expériences, qu'il était formé de phosphore et d'oxigène; il détermina même la proportion de ses principes; et depuis lors, il n'y a plus rien eu d'obscur dans ses propriétés.

3. Quoiqu'on ne puisse plus dire aujourd'hui que l'acide phosphorique appartient à une classe particulière de corps naturels, puisqu'on l'extrait de fossiles et même d'un cristal gemme, la chrysolite du commerce, ainsi que des végétaux et des animaux, il est cependant vrai qu'on le trouve très-généralement répandu dans les matières animales, dont il est facile de l'extraire; qu'il est rare et peu abondant au sein des composés végétaux, et qu'il est même plus fréquent dans les minéraux que dans ceux-ci. Il joue un rôle assez important dans les phènomènes naturels, soit géodésiques, soit ceux de l'animalisation.

4. On ne trouve jamais l'acide phosphorique pur dans la nature. L'art l'extrait de ses composés terreux ou métalliques, animaux ou fossiles, par des acides plus forts que lui; on le prépare de toutes pièces en opérant la combustion rapide ou

la déflagration du phosphore. Comme le premier genre de procédés ne fournit souvent qu'un acide phosphorique impur, on a plus souvent recours à ceux du second genre ou à la fabrication complète, lorsqu'on veut avoir cet acide dans un grand état de pureté. Pour cela, on brûle du phosphore sous des cloches pleines de gaz oxigène et placées sur le mercure, en l'y allumant à l'aide d'une tringle de fer rouge et courbe qu'on passe à travers le métal liquide, et avec l'extrémité de laquelle on le touche ; ou bien on l'allume en le fondant sous de l'eau, et en y portant du gaz oxigène à l'aide d'un tube. Dans le premier cas, on l'obtient en flocons blancs, concrets, cristallins et niviformes ; dans le second, il est très-étendu d'eau ; mais on le concentre en l'évaporant. On peut encore le former en décomposant, par le phosphore, des acides dont les radicaux tiennent moins à l'oxigène que ce corps combustible, comme on le verra aux articles de ces acides.

5. Dans toutes les opérations précédentes, on voit en résultat que, pour obtenir de l'acide phosphorique, on est obligé d'employer près de deux parties d'oxigène sur une partie de phosphore ; que le gaz oxigène perd dans cette combustion la plus grande quantité possible de son dissolvant calorique ; qu'il doit être d'une grande concentration dans ce composé. Cette belle donnée des expériences modernes explique beaucoup de propriétés autrefois inintelligibles de cet acide.

6. L'acide phosphorique est le plus ordinairement dans les laboratoires sous la forme d'un liquide épais, presque visqueux, comme certaines huiles, formant des stries sur les vases où on l'agite, pesant plus du double de l'eau, entièrement inodore, d'une saveur très-aigre, mais non caustique, et ne brûlant jamais les matières organiques, rougissant un grand nombre de couleurs bleues végétales, parfaitement incombustible, et jouissant, dans un degré marqué, de cette propriété d'attirer et d'être attiré fortement que le génie de Newton avait attribuée aux acides. Lorsqu'il est immédiatement produit

par la combustion à sec dans le gaz oxigène, il s'attache aux parois des cloches dans lesquelles la chaleur l'a sublimé avant qu'il brûlât, sous la forme d'écailles blanches, brillantes, cristallisées, très-acres, qui perdent bientôt cet état pour passer à celui de liquide par le contact de la moindre humidité, et même de l'air. Enfin on le montre souvent sous la forme vitreuse, dont il va être question.

7. La lumière n'a aucune action sur l'acide phosphorique, qui la réfracte assez fortement. Exposé liquide au calorique, il s'épaissit, se concentre, se condense, perd l'eau, qui s'évapore en enlevant une très-faible partie de cet acide avec elle. On l'amène à l'état d'une espèce de gelée transparente qui conserve cette forme dans un vase bien bouché, et qui redevient liquide à l'air. L'eau est donc beaucoup plus volatile que lui. Si, lorsqu'il a pris la forme gélatineuse, on continue à le chauffer jusqu'à le faire rougir, il se fond, se boursoufle, se remplit de bulles, et finit par rester en fonte tranquille. Au chalumeau, sur la cuiller de platine ou dans le creux d'un charbon, on lui fait prendre aussi la forme d'un globule vitreux très-transparent, et semblable à une pierre de la plus belle eau. Dans cet état de verre, l'acide phosphorique très-brillant imite l'éclat de certaines pierres précieuses ; il est toujours acide, déliquescent à l'air, et dissoluble.

8. Ce singulier état vitreux dont l'acide phosphorique est susceptible, ne change en aucune manière sa nature, ni la proportion de ses principes ; il prouve la grande fixité de cet acide ; et si l'on est étonné qu'il contienne une substance aussi volatile que le phosphore, il faut se rappeler l'état de solidité que l'oxigène y a acquis en perdant une énorme quantité de calorique. Au reste, on n'obtient l'acide phosphorique vitreux très-pur, que lorsqu'il est le produit du phosphore brûlé par l'oxigène ; et lorsqu'on le fond dans un creuset de platine ; lorsqu'on l'a extrait de quelque composé dont il faisait partie, il retient souvent un peu de base terreuse ou alcaline, ou

même métallique, à laquelle il était uni. Lorsqu'on le fond dans des vases de terre, de verre ou de métal, il dissout la propre substance de ces vases ; et il donne alors, après la fusion, des verres opaques, colorés, insipides, indissolubles, non déliquescens à l'air, odorans et lumineux lorsqu'on les frotte dans l'obscurité. Quand un verre d'acide phosphorique bien pur est dissous dans l'eau, il ne diffère en aucune manière de l'acide phosphorique liquide d'où il provient.

9. Il faut observer que l'acide phosphorique concret et lamelleux se fond sur-le-champ en verre au moment où il est rouge, sans se boursoufler, sans donner de bulles ; ce qui provient de ce qu'il n'a pas besoin de perdre de l'eau, ou au moins de ce qu'il n'en a que très-peu à perdre avant de prendre l'état vitreux. Le verre une fois fait se fond aussi sans mouvement et sans vapeur, dès qu'il est rouge ; il est même si fusible, qu'il peut servir de fondant à beaucoup d'autres corps.

10. L'acide phosphorique, dans ses divers états, n'a aucune attraction pour l'oxigène, dont il est entièrement saturé, et aucune action sur le gaz oxigène. Exposé à l'air, il n'en attire que l'humidité ; celui qui est sec et concret l'enlève à l'air avec beaucoup de force et de rapidité ; celui qui est en gelée ou en liquide épais l'attire plus lentement, mais en absorbe près de la moitié de son poids ; celui qui est vitreux ne s'humecte qu'à l'aide de beaucoup de temps ; et lorsque sa couche externe est épaisse et gélatineuse, elle défend l'intérieur de manière qu'il conserve long-temps sa forme, et ne prend l'état liquide qu'avec beaucoup de difficulté. Il n'éprouve point d'altération de la part du gaz azote ni de l'azote, auquel, comme on le dira par la suite, le phosphore enlève l'oxigène.

11. On n'observe aucune action entre l'acide phosphorique et le gaz hidrogène ; il n'y a point d'absorption ni de changement dans l'un ou l'autre en contact. Aucune expérience directe n'a prouvé que l'hidrogène décomposât l'acide phospho-

rique fondu ; il est à croire qu'il doit se former de l'eau et du phosphore, quoique l'attraction de l'hidrogène et du phosphore pour l'oxigène soit indiquée très-voisine ou presque égale par le peu de force auxiliaire ou disposante qu'il faut ajouter au phosphore pour décomposer l'eau.

12. Le carbone n'altère en aucune manière l'acide phosphorique à froid, en sorte qu'à une basse température, le phosphore a plus d'attraction pour l'oxigène que n'en a le carbone ; mais à la chaleur, où ce dernier devient rouge, s'il touche le premier à l'état sec ou vitreux, l'ordre des attractions change ; le carbone enlève l'oxigène au phosphore, qui, mis à nu, se volatilise, tandis que l'acide carbonique formé se dégage. Telle est la théorie de l'opération par laquelle on obtient le phosphore, en distillant l'acide phosphorique sec avec le charbon ; opération devenue beaucoup plus simple et plus facile qu'elle ne l'était autrefois. Quoiqu'elle réussisse en distillant de l'acide phosphorique liquide pétri avec du charbon en poudre, comme avec un mélange de charbon et de six fois son poids d'acide phosphorique vitreux, tous deux pulvérisés, le premier procédé exige une trop longue opération préliminaire, et le second, une trop forte chaleur, si sujette à faire casser les cornues de terre qu'on emploie communément, pour ne pas préférer celui qui consiste à prendre l'acide phosphorique épaissi en miel avant la fusion, et à le distiller dans des cornues de verre luttées avec un sixième de son poids de charbon de bois blanc. On met de l'eau dans le récipient, et on y fait tremper l'extrémité du bec de la cornue, afin que le phosphore chaud et fondu en gouttes qui distille ne puisse pas brûler, et soit promptement figé dans l'eau qui le reçoit. On se sert encore mieux pour récipient d'un vaisseau de cuivre aux deux tiers plein d'eau, d'où s'élève un tuyau qui, prolongé jusqu'au fond de ce vase, reçoit le bec de la cornue. La décomposition de l'acide phosphorique par le carbone s'accorde avec sa formation pour prouver qu'il est composé de 0,39 de phosphore et de 0,61 d'oxigène.

13. On ne peut pas combiner directement le phosphore avec l'acide phosphorique, ni à froid ni à chaud. Le calorique, qui aide si souvent l'action réciproque et combinatoire des corps, ne fait rien ici, parce que le phosphore est aussi volatil et fusible que l'acide phosphorique est fixe et long à prendre la fusion ignée vitreuse. Cependant l'acide phosphorique semble pouvoir s'unir à une quantité plus grande de phosphore pour passer à l'état d'acide phosphoreux; mais cet autre ordre de combinaison acide ne peut s'opérer qu'en unissant peu d'oxigène au phosphore au moment où on le brûle, et non en ajoutant immédiatement plus de phosphore à l'acide phosphorique.

14. Le soufre n'agit en aucune manière sur l'acide phosphorique, à quelque température qu'on les traite ensemble. Le phosphore ayant plus d'affinité avec l'oxigène que n'en a le soufre, ne peut lui céder ni partager avec lui l'oxigène qui le sature.

15. Il n'y aucune action entre l'acide phosphorique et le diamant. Celui-ci reste au milieu du premier fondu et tenu long temps rouge, sans éprouver la plus légère altération: cette inaltérabilité l'éloigne du carbone, avec lequel on a indiqué cependant le rapport remarquable de donner de l'acide carbonique par la combustion: elle peut bien être due à la forte agrégation des molécules du diamant.

16. Aucun métal ne peut s'unir à l'acide phosphorique dans son état métallique. Cet acide liquide n'éprouve nul changement, à quelque température qu'on l'expose avec les métaux; plusieurs d'entre eux acquièrent, par l'addition de cet acide, la propriété de décomposer l'eau et d'en dégager l'hidrogène en gaz, en absorbant son oxigène. Cet effet est dû à une attraction disposante. En chauffant les métaux les plus combustibles avec l'acide phosphorique vitreux, quoiqu'aucun d'eux n'ait réellement pas plus d'attraction pour l'oxigène que n'en a le phosphore, il y a cependant, à l'aide d'une attraction double, formation d'oxide et de phosphore métallique. Pour

obtenir ce genre de composés, il faut chauffer fortement dans un creuset trois parties du métal avec une partie d'acide phosphorique concret ; celui-ci disparaît tout entier : on trouve à sa place le métal en partie oxidé et en partie combiné avec le phosphore. Voici la théorie de cette opération. La quantité du métal étant plus considérable que celle qui serait nécessaire pour absorber tout l'oxigène contenu dans l'acide phosphorique, une partie de ce métal agit sur l'oxigène de l'acide, tandis que l'autre agit sur le phosphore ; et de là résultent et un oxide et un phosphure métallique. Cet exemple d'attraction double de la part d'un seul corps peut être appliqué à plusieurs cas analogues.

17. L'eau a beaucoup d'attraction pour l'acide phosphorique ; lorsqu'il est en flocons blancs et secs, il se dissout dans une petite quantité de ce liquide en produisant un bruit semblable à celui d'un fer rouge qu'on y trempe, et en dégageant beaucoup de calorique. L'acide vitreux s'y dissout bien moins promptement ; l'acide phosphorique liquide concentré s'y unit presque sans l'échauffer, et lentement. On peut combiner en toutes proportions ces deux corps. L'acide perd d'autant plus de sa saveur, de sa densité, de sa pesanteur et de sa force, qu'on y ajoute une plus grande quantité d'eau. On ne sépare l'eau de cette combinaison qu'à l'aide du calorique : elle est beaucoup plus volatile que l'acide, qui se concentre à mesure qu'on la dégage en vapeur. L'acide, par la suite de cette évaporation, passe successivement par les états de liqueur épaisse, de fluide visqueux, et comme gélatineux et de verre.

18. L'acide phosphorique se combine facilement avec la plupart des oxides métalliques, avec lesquels il forme des sels fusibles au feu, peu dissolubles dans l'eau, mais dissolubles dans l'acide phosphorique, dont quelques-uns sont cristallisables par le refroidissement après avoir été fondus. La plupart, chauffés avec le carbone, donnent du phosphore ou

des phosphures métalliques. Chacun de ces sels sera décrit aux articles des métaux.

19. L'acide phosphorique ne forme aucune combinaison avec le gaz ni avec l'acide carbonique. Comme il est plus fort ou plus altérable que lui par un grand nombre de corps, il chasse l'acide carbonique de la plupart de ses combinaisons: c'est ainsi qu'il le sépare de l'eau, et qu'il produit une effervescence dans les eaux acidules naturelles ou artificielles.

20. Les connaissances exactes acquises sur les propriétés de l'acide phosphorique le rendent aujourd'hui précieux pour un grand nombre d'opérations de chimie. Il est fâcheux que cet acide soit si rare et si cher, à cause de la difficulté de se procurer son radical; car il rendrait beaucoup plus de services à la science, s'il était plus commun. La même raison fait, sans doute, que ses usages sont encore très-peu répandus: à peine connaît-on et emploie-t-on quelques-unes de ses combinaisons salines, comme on le fera voir dans d'autres articles. Son grand avantage est relatif à l'extraction ou à la préparation du phosphore. On commence à le prescrire en médecine comme anti-septique, rafraîchissant, fondant, externe dans plusieurs tumeurs, et sur-tout dans les tumeurs osseuses. Il sert spécialement à la fabrication de quelques sels qui sont administrés comme purgatifs et fondans.

ARTICLE VII.

De l'acide phosphoreux.

1. Il y a quelques années encore qu'on confondait l'acide phosphoreux avec l'acide phosphorique. On ne savait point, avant les nouvelles notions acquises sur les divers degrés de la combustion, et sur les diverses proportions de l'oxigène uni aux corps combustibles, que le phosphore en brûlant lentement formait un autre acide que lorsqu'il brûlait rapidement

et avec déflagration. Lavoisier a le premier fait voir, en 1777, que l'acide obtenu par la combustion complette du phosphore formait des combinaisons toutes différentes de celles qui résultent de l'acide provenant de la combustion lente de ce corps combustible.

2. Les principes énoncés par la nouvelle nomenclature apprennent que l'acide phosphoreux, moins fort, moins puissant que l'acide phosphorique contient moins d'oxigène, et qu'il est constamment le produit d'une combustion longue et seulement lumineuse qui fait absorber par le phosphore une plus petite quantité d'acidifiant que ne le fait la combustion rapide et brûlante.

3. C'est une conséquence naturelle de ce qui vient d'être exposé, que si l'acide phosphoreux est du phosphore chargé de moins d'oxigène que l'acide phosphorique, on peut le regarder aussi comme de l'acide phosphorique surchargé de phosphore, ou tenant en dissolution du phosphore qui n'est pas saturé d'oxigène. Aussi peut-on concevoir deux manières de préparer l'acide phosphoreux, l'une aurait pour but d'ajouter du phosphore à de l'acide phosphorique; mais on a vu dans l'article précédent que cela était impraticable et qu'on ne pouvait pas y réussir par une action immédiate; l'autre, seul praticable, consiste à n'unir au phosphore que la quantité d'oxigène nécessaire pour l'amener à cet état d'acidification qu'on désigne par le nom d'acide phosphoreux.

4. Comme on ne trouve jamais l'acide phosphoreux dans la nature, on le prépare artificiellement en recueillant par un appareil particulier le produit de la combustion lente et seulement lumineuse du phosphore dans l'air de l'atmosphère. Lorsqu'on laisse du phosphore dans l'air, sans cesse agité et renouvelé autour de lui, il commence, comme on l'a vu, par se dissoudre dans le gaz azote; il se combine ensuite peu à peu avec l'oxigène atmosphérique, et son acide en vapeur est emporté dans l'atmosphère, tandis que sa forma-

tion successive est accompagnée de traînées de lumière qu'on apperçoit très-bien dans l'obscurité. Mais lorsqu'on fait cette opération dans un appareil fermé, sans que l'air puisse circuler autour du phosphore, et dans lequel on ne fait passer de l'air atmosphérique que lentement et seulement dans la proportion nécessaire pour entretenir la combustion lumineuse de ce corps, l'acide qui se forme enveloppe le phosphore d'une vapeur blanche le jour et lumineuse la nuit, qui se condense à la surface du corps combustible, qui, en attirant l'eau atmosphérique, s'humecte et se dissout de manière qu'il s'en écoule bientôt en goutelettes. En réunissant ces gouttes, c'est de l'acide phosphoreux dont on ne peut pas estimer, dans cette opération, la proportion des principes, phosphore et oxigène, à cause de l'eau qui se combine à l'acide et le liquéfie.

5. On conçoit que pour remplir les conditions qu'on vient d'exposer, il faut un appareil disposé de manière à admettre peu à peu l'air, et à recevoir l'acide à mesure qu'il se liquéfie. Voici comment on y parvient. On place des cilindres de phosphore dans des tubes de verre ouverts par en haut et tirés en pointe vers le bas où ils sont aussi ouverts; on dispose ces tubes dans un large entonnoir, de sorte que leurs extrémités effilées se rassemblent vers la tige qui est reçue dans un flacon de cristal. Par là les morceaux de phosphore isolés ne s'échauffent pas par leur contact et ne sont pas sujets à s'enflammer par leur combustion rapide, ce qui arrive souvent quand on les met à nud les uns à côté des autres sur l'entonnoir. Sur cet entonnoir et le flacon placés dans une assiète, on pose une cloche de verre qui a deux petites tubulures latérales munies de bouchons qu'on ôte ou qu'on remet à volonté, suivant qu'on veut augmenter ou diminuer la combustion. Le bas de la cloche plonge sur l'eau dont on recouvre l'assiette, et qui fournit à l'acide en même temps un dissolvant approprié. L'acide phosphoreux liquide coule peu

à peu dans le flacon ; on en obtient près de trois fois autant que le phosphore. On voit pourquoi avant d'avoir bien déterminé sa différence d'avec l'acide phosphorique, on le nommait *acide phosphorique par déliquescence.*

6. Les phénomènes qui accompagnent la formation de l'acide phosphoreux, la faible lumière, la chaleur insensible, différentes de l'ardeur brûlante et de la vive flamme qu'on observe pendant la préparation de l'acide phosphorique, prouvent que l'acide phosphoreux ne se distingue pas seulement de ce dernier par une moindre proportion d'oxigène, mais encore par l'état de ce principe acidifiant qui paraît y être beaucoup moins solide et retenant beaucoup plus de calorique que dans l'acide phosphorique. On va voir que ces deux différences peuvent conduire à l'explication de celles de ses propriétés.

7. L'acide phosphoreux préparé par le procédé de Pelletier, qu'on vient de décrire, est sous la forme d'un liquide blanc, épais comme un sirop légèrement filant et formant des stries sur le verre comme une huile. Sa consistance varie cependant suivant l'état de l'air qui a servi à le former. Il est plus liquide quand l'air est fort humide. On n'a point comparé sa pesanteur spécifique à celle de l'acide phosphorique qui paraît être un peu plus forte que la sienne. Sa saveur aigre, piquante, et qui agace vivement les dents, n'est pas très-différente de celle de l'acide phosphorique dont on ne saurait le distinguer au goût ; rien n'y annonce dans la bouche l'excès du phosphore. Il rougit les couleurs bleues végétales à peu près comme l'acide phosphorique.

8. L'acide phosphoreux n'est point altéré par la lumière qu'il réfracte plus fortement que l'acide phosphorique, eu égard à sa densité. Le calorique se comporte bien autrement avec lui qu'avec l'acide phosphorique, et c'est par cette action que l'on peut distinguer spécialement cet acide. Quand on expose de l'acide phosphoreux dans une cornue de verre, il

commence par perdre une partie de son eau ; lorsqu'il est concentré on voit tout-à-coup s'élever du fond du vase des bulles qui crèvent à la surface de la liqueur en fumée blanche, épaisse, et qui, quelquefois, s'enflamment lorsqu'il y a assez d'air dans l'appareil. Si l'on fait l'expérience dans un vaisseau ouvert, chaque bulle offre à l'air une vive déflagration, et répand une odeur infecte qui semble appartenir au gaz hidrogène phosphoré. Ces bulles inflammables durent long temps ; on ne peut que très-difficilement débarasser entièrement l'acide phosphoreux de la matière, c'est-à-dire du phosphore qui les forme en s'en dégageant, et l'amener ainsi à l'état d'acide phosphorique bien pur. On y parvient cependant en continuant long temps l'opération, et alors l'acide restant présente toutes les propriétés déja exposées de l'acide phosphorique. Quand on fait cette expérience on ne doit point oublier que le gaz phosphoré ne se volatilise que lorsque l'acide phosphoreux est bien concentré et bien chaud, ce qui prouve que le phosphore non saturé d'oxigène y adhère fortement.

9. On ne trouve que très-peu d'attraction et de tendance à s'unir entre l'oxigène et l'acide phosphoreux, quoique celui-ci n'en soit pas saturé ; ce qui tient à la grande adhérence du phosphore dans l'acide phosphorique. En vain on laisse pour cela l'acide phosphoreux exposé au gaz oxigène ; ce n'est qu'avec une extrême lenteur qu'il en absorbe une petite quantité. On ne parvient pas même à le convertir ainsi en acide phosphorique, et on n'y réussit que par une longue ébullition ; encore même le verre fait avec l'acide phosphoreux semble-t-il retenir une partie de phosphore, puisqu'il diffère de celui qui est fait avec l'acide phosphorique, en ce qu'il exhale souvent une odeur fétide d'ail, et lance des jets de lumière quand on le frotte dans l'obscurité, ce que ne fait pas le verre phosphorique bien pur.

10. Il en est de même de l'exposition de l'acide phosphoreux à l'air ; il s'y change très-difficilement en acide phosphorique,

malgré la tendance qu'a le gaz azote pour dissoudre le phosphore dont il doit par là relacher le lien avec l'acide phosphorique. On peut laisser plusieurs mois de suite l'acide phosphoreux concentré à l'air, sans qu'il soit converti en acide phosphorique; cette conversion est un peu plus prompte quand cet acide est étendu de beaucoup d'eau. Ce caractère peu altérable de l'acide phosphoreux l'éloigne de plusieurs autres acides qui lui sont comparables par leur faible acidification et la surabondance de leur radical.

11. L'hidrogène et le gaz hidrogène n'ont pas d'action sur l'acide phosphoreux. A chaud, quoique l'expérience n'en ait point été faite jusqu'ici, la loi des attractions connues annonce que le gaz hidrogène doit enlever le phosphore excédant à l'état d'acide phosphorique, et se dégager à l'état de gaz hidrogène phosphoré. Le reste de l'action réciproque de ces corps à une haute température ne diffère pas de celle qu'éprouve l'acide phosphorique, puisqu'il parvient à cet état.

12. L'acide phosphoreux est décomposé par le carbone rouge qui en sépare plus de phosphore que de l'acide phosphorique, puisqu'il en contient davantage; il n'y a nul changement à froid entre ces corps; le phosphore dont il est saturé ne peut s'y unir en plus grande proportion. Le soufre n'a aucune action sur lui à froid, et on ne peut pas non plus le combiner à chaud, parce que le phosphore excédant s'échappe et se volatilise avant que de s'unir au soufre. Le diamant n'éprouve pas plus de changement par l'acide phosphoreux que par le phosphorique.

13. Lorsqu'on met en contact avec l'acide phosphoreux étendu d'eau ceux des métaux qui décomposent plus ou moins facilement ce dernier liquide, la différence de son action comparée à celle de l'acide phosphorique se montre dans le gaz hidrogène qui se dégage. Ce gaz contient en dissolution une petite quantité de phosphore qui le rend très-fétide, sans pourtant le rendre inflammable à l'air, parce que la propor-

tion de ce corps combustible n'y est pas suffisante pour produire cet effet. Ce dégagement du phosphore, dissous dans le gaz hidrogène, annonce que la combinaison opérée n'est que celle de l'acide phosphorique, puisqu'il est privé de la substance qui le constituait acide phosphoreux.

14. L'acide phosphoreux est dissoluble dans l'eau dans toutes les proportions; lorsqu'on veut en dégager ce liquide pour le concentrer, sur la fin de l'opération le phosphore se dégage et l'acide, comme on l'a vu, repasse à l'état d'acide phosphorique. On ne peut donc pas l'avoir solide, moins parce qu'il adhère beaucoup à l'eau que parce qu'il perd en même temps qu'elle, par l'action du calorique, l'excès de phosphore qui lui donne son caractère distinctif.

15. L'acide phosphoreux s'unit à la plupart des oxides métalliques avec lesquels il forme des sels presque indissolubles. Quelque-uns d'entre eux lui cèdent, même à une température basse, une portion de leur oxigène, de manière qu'en se rapprochant eux-mêmes de l'état métallique, ils le convertissent en acide phosphorique.

16. L'acide phosphoreux est plus fort que l'acide carbonique, et plus faible que l'acide phosphorique; il enlève la plupart des corps unis au premier qu'il en sépare, même de l'eau, sous la forme de gaz, et il cède au second presque tous ceux auxquels il est uni.

17. Les usages de l'acide phosphoreux ne sont encore distingués de ceux de l'acide phosphorique, que dans les laboratoires de chimie, où l'on reconnaît que ses attractions, comme les composés qu'il forme, sont différens de ceux de cet acide. Il est encore peu répandu et peu usité dans les arts. Quelques médecins l'emploient dans le traitement des maladies, et quoiqu'il soit certain que ses propriétés médicamenteuses doivent différer de celles de l'acide phosphorique, on ne les a encore reconnues diverses par aucune expérience exacte.

ARTICLE VIII.

De l'acide sulfurique.

1. Le nom d'acide sulfurique exprime la combinaison du soufre et de l'oxigène au maximum d'acidité. Ce corps a donc pour radical le soufre entièrement saturé du principe acidifiant ; on le nommoit autrefois *acide vitriolique*, parce qu'on le séparait par la distillation de sa combinaison naturelle avec le fer, qu'on appelait *vitriol* : lorsqu'il était concentré et d'une consistance assez semblable à celle d'une huile, on l'appelait très-improprement *huile de vitriol*. Etendu d'eau et faible on le désignait par les noms également impropres et abandonnés d'*esprit* ou de *rosée de vitriol*.

2. Les anciens ne connoissaient point cet acide. Pline parle de *vitriols* qui servaient pour durcir les corps, et qui, par de longues lessives, devaient laisser séparer et mettre à nu une portion de leur acide ; on brûlait du soufre dans les sacrifices, mais sans en connaître le produit. Basile Valentin en a parlé le premier à la fin du quinzième siècle ; il a fait aussi mention de l'acide sulfureux. Agricola et Paracelse en ont dit quelques mots. Dornæus en a le premier écrit plus clairement en 1570. Comme il est bientôt devenu un des principaux agens des manufactures, tous les chimistes l'ont ensuite étudié à l'envi les uns des autres. Parmi ceux qui s'en sont spécialement occupés, il faut distinguer Stahl qui l'a beaucoup étudié, mais qui a commis l'erreur, long-temps reçue depuis lui, de le croire tout contenu dans le soufre. Lavoisier l'a détruite en 1778, en prouvant que le soufre était un de ses principes, et qu'il s'unissait, en brûlant, à la base de l'air pur ou à l'oxigène pour constituer l'acide sulfurique ; depuis cette brillante découverte les propriétés et les combinaisons de cet acide ont été bien connues.

3. On a long temps regardé l'acide sulfurique comme le plus abondamment répandu dans la nature, et on l'a désigné comme l'acide universel, le croyant d'ailleurs l'origine commune de tous les autres acides. C'est encore une erreur que les connoissances modernes ont dissipée. On sait que l'acide sulfurique n'existe pur que dans quelques lieux volcanisés, aux environs de Sienne et de Viterbe, près des bains de Saint-Philippe en Italie, au-dessus de quelques eaux minérales sulfureuses, mais cet acide natif est extrêmement peu abondant. Il est au contraire très-fréquemment engagé dans un grand nombre de combinaisons salines au sein de la terre et dans les eaux qui coulent à sa surface. Les composés salins dont il fait partie passent très-souvent dans les végétaux et dans les animaux; mais toutes ses propriétés sont alors masquées et il faut employer différens moyens pour le reconnaître et pour l'extraire.

4. Comme la nature ne présente pas l'acide sulfurique pur assez abondamment pour servir aux arts ou à la chimie, on se le procure soit en l'extrayant de quelques sels métalliques dont il fait partie, soit en brûlant complétement du soufre. Le premier procédé consiste à distiller, dans des cornues de grès, à un grand feu, le *sulfate de fer*; il fournit son acide fort impur, comme on le dira dans l'histoire de ce métal. Cette opération a cependant été long temps la seule pratiquée, et elle l'est encore en Saxe. Dans le second procédé on brûle le soufre à l'aide d'un dixième de son poids de salpêtre. L'art chimique a beaucoup perfectionné ce procédé qui vient originairement des premières idées de Lefevre et de Lemery, deux chimistes français. Il est devenu l'objet d'une des plus utiles manufactures chimiques. On a d'abord brûlé le soufre dans de grands ballons de verre; on y a ensuite substitué des chambres de bois recouvert de plomb de seize mètres de longueur, sur quatre ou cinq de largeur et autant de hauteur. A mesure que le soufre, posé sur des grils à trois étages, brûle par le nitre et par l'air de la chambre, l'acide formé se dissout dans

l'eau placée sur le fond de la chambre, et qui se réunit à l'une des extrémités plus basses que le reste de son sol. On le recueille à l'aide d'un tuyau de plomb garni d'un robinet qui s'ouvre dans un réservoir aussi de plomb placé dans un atelier au-dessous de la chambre de combustion. Cet atelier est muni de galères et de grandes cornues de verre où l'on rectifie l'acide ; l'eau qui s'en élève sert à absorber l'acide en vapeur de la chambre de plomb.

5. L'acide, obtenu par les procédés indiqués et bien pur, est sous la forme d'un liquide sans couleur et sans odeur, d'une consistance oléagineuse, dont la pesanteur est à celle de l'eau :: 1840 : 1000. Sa saveur acide est si forte qu'il brûle et détruit les organes des animaux comme le caustique le plus puissant. Il rougit toutes les couleurs végétales qui en sont susceptibles. Il noircit et réduit en bouillie charbonneuse toutes les matière végétales et animales, dont il détruit l'organisation et la composition, par l'effet d'une attraction qui sera décrite fort en détail dans une autre section de cet ouvrage. L'acide sulfurique coloré en jaune, en brun ou en noir, fumant et odorant comme le soufre qui brûle, n'est rien moins que pur ; il est gâté par quelques substances étrangères ; plus il s'éloigne des propriétés qu'on vient d'indiquer, moins il a de pureté.

6. Quoiqu'on n'ait jamais l'acide sulfurique sec et solide, à cause des procédés qu'on pratique pour l'obtenir, il résulte cependant des calculs établis sur la quantité d'air employé relativement à celle du soufre que 100 parties de cet acide supposé sec et sans eau contiennent 0,71 de soufre et de 0,29 d'oxigène. Il faut seulement remarquer qu'à cause de l'extrême difficulté d'établir des bases exactes de calcul, cette proportion ne doit pas être regardée comme si exacte que celles qu'on a données sur la composition de l'acide carbonique et de l'acide phosphorique.

7. L'acide sulfurique n'éprouve aucune altération de la part de la lumière ; la réfraction qu'il en opère est relative à sa

densité et à la nature du radical combustible qu'il contient. Lorsqu'on prive cet acide de calorique, il est susceptible de se congeler et même de se cristalliser en prismes à six pans applatis terminés par une pyramide hexaèdre. Il faut pour cela qu'il ne soit ni trop concentré ni trop étendu d'eau ; à 1650 de pesanteur il se modifie vers 3 ou 4 degrés — 0 du thermomètre de Réaumur. Lorsqu'il pèse 1840, il ne se congèle jamais qu'à un froid extrême.

Quoique la capacité de l'acide sulfurique, pour le calorique, soit très-faible, on peut cependant le réduire en vapeur, ou en gaz non permanent. C'est ainsi qu'on le rectifie par la distillation. Après l'eau qui s'en échappe d'abord et dont la séparation le concentre, l'acide parvenu à 120 degrés environ de température se volatilise et se rassemble dans le récipient en fumée blanche, lourde, qui se condense en liquide. Cette vapeur est si chaude qu'elle agit sur le verre comme un fer rouge, et pour peu que les vaisseaux soient plus froids dans quelques points, son contact suffit pour les briser ou les fêler dans cet endroit. On se procure par cette distillation l'acide sulfurique le plus pur possible.

8. On ne connaît point d'attraction entre l'acide sulfurique et l'oxigène dont il est saturé; mis en contact avec le gaz oxigène cet acide n'en absorbe rien, et il n'enlève point l'oxigène aux corps qui y sont le moins adhérens ; d'où il suit qu'il n'y a point d'acide sulfurique oxigéné que quelques auteurs ont voulu admettre, trompés par des expériences inexactes ou illusoires.

9. Exposé à l'air, l'acide sulfurique concentré en absorbe l'eau jusqu'à augmenter de près de la moitié de son poids; cette absorption est d'autant plus prompte et plus sensible que l'air est plus humide. Les corps étrangers, et souvent combustibles, qui voltigent dans l'air, colorent souvent l'acide sulfurique concentré ; mais il n'agit sur aucun des deux fluides aériformes qui en constituent la masse et la nature.

10. Il n'a nulle action sur le gaz azote ni sur l'azote, qu'il

ne dégage pas même de plusieurs combinaisons d'où un autre acide, plus faible que lui cependant, sépare ce principe sous forme gazeuse, comme on le dira dans un prochain article. L'azote, quoique corps combustible, a donc moins d'attraction pour l'oxigène que n'en a le soufre; ce qui sera confirmé par les faits qui prouveront plus bas que le soufre enlève en effet l'oxigène à l'azote dans quelques circonstances.

11. Un grand nombre de faits prouvent que l'hidrogène a plus d'attraction pour l'oxigène que n'en a le soufre et par-conséquent qu'il doit décomposer l'acide sulfurique, sur-tout à une certaine élévation de température; mais comme on ne possède point l'hidrogène seul, et que dans son état solide ou liquide, il fait toujours partie des composés qui compliquent son action, il ne faut traiter ici que de l'action réciproque de l'hidrogène gazeux et de l'acide sulfurique. A froid il n'y a aucune altération entre ces corps; le gaz hidrogène n'est ni absorbé ni altéré par cet acide concentré. Mais si l'on fait passer dans un tube de porcelaine, rouge de feu, de l'acide sulfurique et du gaz hidrogène, il y a décomposition du premier, formation d'eau et précipitation de soufre. On voit celui-ci se déposer abondamment dans le tube de verre ajouté au tube de porcelaine. Lorsqu'on emploie le gaz hidrogène à la dose de plus de la moitié de l'acide sulfurique, non-seulement il y a de l'eau formée, mais le gaz hidrogène excédant dissout du soufre et se dégage en gaz hidrogène sulfuré.

12. Le carbone froid a moins d'attraction pour l'oxigène que n'en a le soufre, ou au moins cette attraction est presque égale entre les deux corps combustibles et l'oxigène, puisque si, d'une part, le carbone ne décompose pas à froid l'acide sulfurique, d'une autre le soufre ne décompose pas non plus l'acide carbonique; mais le carbone, à sa température rouge, décompose l'acide sulfurique; aussitôt qu'on plonge un charbon allumé dans cet acide concentré, il se dégage tout-à-coup, sous la forme de vapeur blanche et épaisse, une partie d'acide

sulfurique et d'eau volatilisés, accompagnés de gaz acide sulfureux très-odorant; c'est-à-dire que l'acide sulfurique perdant une portion de son oxigène qu'il cède au carbone passe à son *minimum* d'acidification, qui est l'acide sulfureux, tandis que le carbone brûlé passe à l'état d'acide carbonique. Tant que l'acide sulfurique est liquide dans cette opération, il ne se dégage que de l'acide sulfureux, parce que le carbone n'enlève alors qu'une portion de l'oxigène au soufre qui en était saturé. Mais si on traite ces deux corps à une haute température, comme dans un tube de porcelaine rougi au feu, ou si l'on chauffe fortement le charbon avec de l'acide sulfurique très-concentré et sur-tout sec comme il l'est dans quelques composés, alors il y a décomposition complète de cet acide, et on n'a que du soufre et de l'acide carbonique. Cependant comme il est rare qu'on ait de l'acide sulfurique totalement exempt d'eau, il se dégage du gaz hidrogène sulfuré à cause de la double décomposition simultanée de ces deux corps brûlés par le carbone, et de l'attraction de l'hidrogène pour le soufre qui agit en même temps que celle du carbone pour l'oxigène.

13. Le phosphore, quoique doué d'une attraction pour l'oxigène plus forte que celle du soufre, ne décompose que difficilement et à la longue l'acide sulfurique à froid. En laissant ces deux corps en contact, l'acide se colore lentement en brun, et prend en partie le caractère sulfureux. A chaud, cette décomposition réussit mieux; on obtient beaucoup de gaz acide sulfureux qui entraîne avec lui du phosphore, dont il dépose la plus grande partie par le refroidissement; le phosphore reste au fond de l'appareil en acide phosphorique. Dans cette opération, l'acide sulfurique n'est qu'en partie décomposé; il ne passe point à l'état de soufre: le phosphore ne lui enlève donc que la portion d'oxigène qui excède sa constitution en acide sulfureux; et ce n'est qu'avec cette dernière partie du principe acidifiant qu'il a plus d'attraction que n'en

a le soufre. Aussi, comme on verra dans l'article suivant, il ne décompose pas l'acide sulfureux. Il est donc plus exact de dire que le phosphore a plus d'attraction pour l'oxigène que n'en a l'acide sulfureux, plutôt que le soufre.

14. Le soufre ne forme aucune union avec l'acide sulfurique à froid ; mais lorsqu'on chauffe ces deux corps, le soufre se dissout en partie dans l'acide, et le convertit en acide sulfureux. On n'a point déterminé la proportion qu'il peut en prendre. On peut préparer l'acide sulfureux par ce procédé : il se dégage en gaz du milieu de ces deux corps chauffés ensemble.

15. Le diamant n'éprouve nulle espèce d'altération de la part de l'acide sulfurique à toutes les températures, et quelque long temps qu'on les fasse agir l'un sur l'autre. Le diamant ne paraît s'éloigner ici de l'action du carbone, avec lequel il a une forte analogie par le produit de sa combustion, que par l'extrême rapprochement de ses molécules intégrantes.

16. La manière dont les métaux se comportent avec l'acide sulfurique présente trois classes de phénomènes qu'il faut étudier ici en général. Quelques-uns n'ont aucune action ni à froid ni à chaud sur cet acide : ce sont ceux qui n'ont que peu d'attraction pour l'oxigène. D'autres, qui n'ont que peu d'action sur lui à froid, en exercent une très-marquée à chaud; alors l'acide employé concentré est en partie décomposé ; il se dégage du gaz acide sulfureux; et le métal est oxidé, uni à la portion d'acide non décomposé ou isolé, si cet acide n'était pas assez abondant. A une très-haute température, l'acide sulfurique est complétement décomposé par ces derniers métaux, et il se dégage du soufre où il se forme un sulfure métallique. Il est d'autres métaux, et ce sont ceux dont l'attraction pour l'oxigène est la plus forte, qui, aidés par la présence de l'acide, tendant à s'y unir comme oxides, deviennent capables de décomposer rapidement et à froid l'eau dans laquelle l'acide est étendu, soit que ces métaux eussent cette propriété

à chaud, soit qu'ils ne pussent pas même l'acquérir seuls à l'aide de la chaleur. Dans le troisième cas, l'effervescence est forte et rapide, le calorique se dégage abondamment : il s'exhale beaucoup de gaz hidrogène : l'oxide métallique, à mesure qu'il est formé, se dissout dans l'acide qui se concentre et qu'on retrouve tout entier après la dissolution. Souvent le gaz hidrogène emporte avec lui du soufre ou du carbone qui étaient combinés avec le métal, quelquefois même le métal se dissout dans ce gaz.

17. L'attraction entre l'acide sulfurique et l'eau est extrêmement forte, et les phénomènes que présente leur union sont très-dignes d'être étudiés avec soin. Ils dépendent de l'intime pénétration qui a lieu entre ces deux corps, de l'expulsion du calorique qui l'accompagne, et du degré particulier d'attraction qui existe entre diverses doses d'acide et d'eau. Comme ces phénomènes, ainsi que leur cause, se présentent ici avec une grande énergie, et peuvent servir à faire bien concevoir ceux qui se passent dans plusieurs opérations analogues, on va les décrire avec le détail convenable à un objet de théorie important, traité trop légèrement ou même totalement négligé par tous les auteurs de chimie. Si l'on mêle quatre parties d'acide sulfurique concentré avec une partie de glace à 0, il se produit au moment même de la combinaison de ces deux corps et de la fusion de la glace une élévation de température qui va jusqu'à quatre-vingt degrés de l'échelle réaumurienne. L'expérience apprend que les proportions, dans le mélange indiqué, sont celles qui donnent le plus de chaleur possible; elle prouve que dans son union avec l'acide, l'eau gelée, quoique devenant liquide, prend une densité beaucoup plus grande que celle qu'elle avait dans l'état de glace. En faisant le mélange inverse, c'est-à-dire, de quatre parties de glace à 0, et d'une partie d'acide sulfurique concentré, le thermomètre qu'on y a plongé s'abaisse jusqu'à seize ou dix-huit degrés au-dessous de 0, quoiqu'on

ait ici un abaissement dans l'échelle thermométrique. Il ne se dégage proportionnellement pas moins de calorique que dans l'expérience précédente. Mais à mesure que ce dégagement a lieu, le calorique qui, en abandonnant le seizième de la glace employée pour saturer l'acide de la même manière que dans l'expérience précédente, devrait seul donner vingt degrés de température plus o, se porte tout-à-coup, ainsi que le calorique environnant, sur les quinze autres seizièmes de la glace employée, qui se fondent, pour se combiner avec l'acide, après le premier seizième qui s'y est d'abord uni. Il faut remarquer que l'attraction entre l'acide sulfurique concentré et la glace, a, comme dans toutes les autres combinaisons, un point de *maximum* ou de saturation; que ce point est ici entre quatre parties d'acide et une partie de glace; que comme, dans l'union de ces deux corps à cette dose, il y a un rapprochement très-fort entre leurs molécules, il y a aussi un grand dégagement de calorique; que les proportions de glace surabondantes à cette saturation ne tenant bien moins fortement à l'acide, elles éprouvent moins de condensation, elles perdent moins de calorique; et de là vient qu'on n'a que dix-huit degrés de refroidissement, au lieu de cent soixante degrés que le calcul donne pour les quatre parties de glace unies à une partie d'acide, en supposant qu'il se dégageât de ces quatre parties de glace la même dose proportionnelle de calorique, qu'il s'en dégage d'une seule dans la première expérience citée. Pour mieux faire concevoir encore ce double effet qui paraît contradictoire au premier coup-d'œil, j'observerai que lorsque l'acide sulfurique concentré est arrivé au premier point de saturation qui n'exige qu'une partie de glace sur quatre d'acide, son attraction pour de nouvelles quantités de glace n'étant pas entièrement satisfaite, et ne faisant que décroître proportionnellement, il se dégage successivement du mélange des quantités de calorique capables d'empêcher le refroidissement à cent soixante-seize degrés, jusqu'à ce que l'affaiblis-

sement de l'attraction soit parvenu au point qu'il n'y ait plus de calorique dégagé du mélange, et que la glace qui tend encore à s'unir à l'acide soit obligée d'absorber du calorique étranger aux deux matières qui se combinent.

18. L'effet de la combinaison entre l'acide sulfurique et l'eau liquide est toujours marqué par un développement de chaleur, parce que les circonstances qui viennent d'être indiquées, et qui dépendent de l'état de la glace, ne se rencontrent plus ici. Le mélange qui produit le plus de chaleur entre l'eau et l'acide sulfurique est celui de quatre parties d'acide et une d'eau, comme pour la glace. La température s'élève ici jusqu'à cent vingt degrés, et va presque jusqu'au double de celle qui est produite par la glace : aussi une portion d'eau est-elle tout à coup réduite en vapeur avec un peu d'acide, et cette vaporisation n'est-elle pas sans danger lorsqu'on fait le mélange sans précaution, comme en jetant l'eau sur une grande quantité d'acide, au lieu de verser peu à peu l'acide dans l'eau. Le mouvement et la raréfaction sont si brusques dans ce cas qu'il se produit un sifflement violent. L'air dissous dans l'eau en est chassé par l'addition de l'acide, et la densité de la liqueur qui résulte de cette combinaison est proportionnelle à l'attraction qui existe entre ces deux corps, et à la quantité de calorique qui les abandonne. Ainsi la pesanteur spécifique de l'acide sulfurique étendu d'eau n'est jamais proportionnelle au mélange des deux liquides ; et, quoique utile à déterminer pour faire connaître et comparer les degrés de force de cet acide, elle n'est point propre à donner les quantités respectives d'eau et d'acide qui s'y trouvent unies. A mesure qu'on augmente la proportion d'eau ajoutée à l'acide sulfurique, comme l'effet de la condensation va en diminuant, l'aréomètre indique des quantités plus réelles de cet acide suivant qu'il s'y enfonce davantage, et qu'il se rapproche plus de o. La saveur et la force de l'acide sulfurique diminuent à proportion de l'eau qui y est unie ; et comme les premières quantités

de ce liquide qu'on y a introduites y tiennent davantage, on conçoit que lorsqu'on l'expose à l'action du feu pour le concentrer, les premières vapeurs d'eau qui s'en dégagent l'abandonnent bien plus facilement, tandis que les dernières sont très-difficiles à en séparer. C'est sur-tout lorsque cet acide est parvenu, dans sa rectification, à ne plus contenir que le cinquième de son poids d'eau, qu'il faut beaucoup augmenter sa température pour lui enlever cette dernière portion.

19. L'acide sulfurique a beaucoup d'attraction pour les oxides métalliques en général : il en est quelques-uns dont il dégage une portion d'oxigène lorsqu'ils en sont très-chargés, et lorsqu'il ne peut s'y unir que dans un moindre degré d'oxidation; quelquefois même il sert à extraire plus facilement de ces oxides la portion d'oxigène qu'ils sont susceptibles de donner gazeux par la chaleur ; il en est d'autres qu'il dissout dans quelque état d'oxidation qu'ils soient. Enfin certains oxides refusent de s'y unir ; ce sont sur-tout ceux qui, saturés d'oxigène, sont susceptibles de devenir acides. Les combinaisons de l'acide sulfurique avec les oxides métalliques constituent des sels plus ou moins acres, dissolubles, cristallisables, dont on s'occupera dans les articles des métaux.

20. L'acide sulfurique ne s'unit point à l'acide carbonique : beaucoup plus fort que lui, il le chasse de toutes ses combinaisons, ainsi que de l'eau à laquelle il est uni ; il le dégage sous la forme de gaz et avec effervescence.

21. Il n'y a point d'union entre l'acide phosphorique et l'acide sulfurique ; ces deux acides liquides ne font que se mêler. L'acide sulfurique s'empare de l'eau de l'acide phosphorique, et concentre celui-ci en s'affaiblissant lui-même. Lorsque ces deux acides sont mêlés, on les sépare facilement par l'action du feu ; l'acide sulfurique se volatilise, et l'acide phosphorique reste au fond du vase distillatoire, soit sous la forme d'une matière transparente et comme mucilagineuse, soit sous celle de verre, si l'on a fait rougir assez fortement la cornue pour

le fondre. La séparation des dernières portions d'acide sulfurique exige un grand coup de feu.

22. L'acide phosphoreux n'éprouve à froid aucune altération de la part de l'acide sulfurique : celui-ci n'enlève au premier qu'une certaine quantité de l'eau qu'il contient. Mais lorsqu'on chauffe ces deux acides mêlés ensemble, au moment où le sulfurique devient bouillant, le phosphoreux lui enlève une portion de son oxigène relative à la quantité de phosphore qu'il contient, et passe tout entier à l'état d'acide phosphorique, tandis que la partie d'acide sulfurique décomposé se dégage à l'état de gaz acide sulfureux.

23. Les découvertes faites sur l'acide sulfurique, depuis celle de son existence et des diverses manières de se le procurer, jusqu'à celle de sa nature intime et de sa décomposition, ont beaucoup contribué à l'avancement des connaissances humaines et à l'accroissement des arts. On a mieux connu les phénomènes de la nature dans la formation des sels que cet acide constitue, dans l'efflorescence ou la décomposition spontanée des pyrites et des sulfures métalliques par le contact de l'air, dans les productions volcaniques, dans la minéralisation des métaux, des eaux, etc. Cet acide est bientôt devenu un instrument que des hommes industrieux ont appliqué avec succès à une foule d'opérations des manufactures et des ateliers ; il a fourni lui-même le moyen de faire une grande quantité de découvertes successives sur la nature des sels, sur leur décomposition, sur la proportion de leurs composans ; et il est devenu dans les laboratoires un des principaux agens des procédés chimiques.

24. La médecine, qui a cherché des moyens préservatifs, palliatifs ou curatifs dans toutes les productions de la nature et des arts, emploie l'acide sulfurique, soit concentré, comme caustique ou brûlant et désorganisant dans quelques maladies externes, soit étendu d'eau et mêlé à différentes boissons, comme rafraîchissant, tempérant, antiseptique, antibilieux, dans un grand nombre de maladies internes.

25. Quelquefois des méprises fâcheuses et terribles l'ont fait avaler plus ou moins abondamment dans son état de concentration : il agit alors comme un très-violent poison corrosif, et désorganise promptement les viscères qu'il touche, ou sur lesquels il séjourne pendant quelques minutes. Les huiles, les gommes, les boissons mucilagineuses qu'on a continué de prescrire dans ces cas, ne font presque que remplir l'estomac, sans détruire avec assez de force l'activité de ce poison si promptement délétère. L'eau de savon, qu'on a fort recommandée comme une substance alcaline que l'on a toujours sous la main dans toutes les maisons, dans les cas d'empoisonnement par les acides, est un moyen beaucoup meilleur. On verra dans la prochaine section que la terre connue sous le nom de magnésie, délayée dans l'eau sucrée, ou mêlée dans l'eau avec du sirop, est de tous les remèdes celui qui mérite la préférence.

26. En pharmacie, l'acide sulfurique, outre les simples mélanges qu'en prescrivent les médecins, sert à la préparation d'une foule de médicamens chimiques. Dans les manufactures et dans les arts, il y a peu de substances qui soient aussi utiles et aussi souvent employées que cet acide. C'est pour cela que dans beaucoup de manufactures ou d'ateliers, une chambre de plomb destinée à la fabrication de l'acide sulfurique, est presque aussi nécessaire que la plupart des instrumens ou ustensiles dont on se sert dans les laboratoires de chimie. Il serait inutile et déplacé, dans cet article, de détailler les arts nombreux où sert l'acide sulfurique ; on en fera sans cesse l'application dans le cours de cet ouvrage. C'est à cause de ce grand nombre d'emplois que les fabriques d'acide sulfurique, par la combustion du soufre, se sont tant multipliées, depuis une vingtaine d'années, en Angleterre, en Hollande et en France.

27. Il est heureux pour les besoins des arts qui en font une si grande consommation, et qui, habitués depuis plus

de trente ans à s'en servir, n'en seraient privés aujourd'hui qu'avec les plus grands malheurs pour les propriétaires, que la fabrication de l'acide sulfurique par la combustion du soufre dans les chambres de plomb, substituée maintenant presque par-tout à son extraction du sulfate de fer par la distillation, se soit tellement perfectionnée, que l'on a vu, immédiatement après cette importante découverte, tomber singulièrement le prix de cet acide presque au cinquième de sa première et ancienne valeur. La construction des chambres de plomb, leur régime et leur emploi commencent à être si généralement répandus dans la République française, que ces ateliers ingénieux se sont multipliés au point de n'avoir plus rien à demander aux nations voisines, rivales de la gloire et de la prospérité de la nation française, et d'en fournir même de grandes quantités aux peuples qui environnent le territoire français.

ARTICLE IX.

De l'acide sulfureux.

1. La terminaison du nom de cet acide indique assez qu'il est à l'acide sulfurique, ce que l'acide phosphoreux est au phosphorique, c'est-à-dire, une combinaison de soufre et d'oxigène moins abondant que le précédent, un soufre moins fortement brûlé, un acide plus faible et contenant moins de principe acidifiant, un état intermédiaire, en un mot, entre l'oxide de soufre et l'acide sulfurique. Il a porté les noms d'*esprit de soufre* et d'*acide sulfureux volatil.*

2. Quoique les anciens en aient reconnu quelques propriétés, et l'aient souvent préparé en brûlant du soufre dans leurs sacrifices ou dans leurs arts, Stahl est le premier chimiste qui ait commencé à l'examiner avec attention dans les premières années du dix-huitième siècle. Il est vrai qu'il a fixé

pour près d'un demi-siècle une erreur sur sa nature ; mais c'était l'erreur d'un homme de génie, puisqu'elle a conduit ses successeurs à la vérité. Ce n'est que depuis 1774, et par les premiers travaux exacts de Lavoisier, que l'on sait que cet acide est composé, comme le sulfurique, de soufre et d'oxigène, et qu'il n'en diffère que par une moindre proportion de ce dernier principe. M. Priestley l'a beaucoup étudié sous la forme de gaz. Le citoyen Berthollet a donné ensuite de belles recherches sur cet acide, sur sa formation, sa décomposition, ses combinaisons et ses usages. Enfin le citoyen Vauquelin et moi, nous avons examiné avec soin plusieurs de ses propriétés, et sur-tout celles des composés salins qu'il est susceptible de former : c'est, d'après ces divers travaux, un des acides les mieux connus aujourd'hui.

3. L'acide sulfureux existe abondamment dans la nature ; on le trouve sur-tout aux environs des volcans ; il se dégage de quelques laves en fusion, des terrains soufrés et chauds : c'est sa vapeur qui a suffoqué Pline le naturaliste, dans la fameuse éruption du Vésuve, par laquelle Herculanum a été englouti l'an 79 de l'ère du Christ, et dont Pline l'avocat, son neveu, a donné une si belle description.

4. Malgré cette abondance de l'acide sulfureux dans la nature, comme il se dégage et se dissipe dans l'air sous forme de fluide élastique, on le prépare artificiellement dans les arts et en chimie. Il y a deux genres de procédés pour l'obtenir. L'un consiste à brûler lentement du soufre au-dessus de l'eau, qui se charge du gaz acide sulfureux à mesure qu'il se forme. On préparait autrefois ainsi cet acide, qui portait le nom d'*esprit de soufre par la cloche*, parce qu'on brûlait du soufre sous une cloche impregnée d'eau ; mais cette opération longue, et qui fait perdre beaucoup d'acide, a l'inconvénient d'en donner une très-petite quantité qui se trouve souvent mêlée d'acide sulfurique. L'autre classe de procédés, bien préférables et seuls employés aujourd'hui, appartient à la

décomposition de l'acide sulfurique par beaucoup de corps combustibles. On sait que la plupart de ces corps lui enlèvent la portion d'oxigène au-delà de celle qui constitue cet acide sulfureux, de sorte qu'ils l'amènent à l'état de ce dernier acide.

5. On peut prendre un grand nombre de corps combustibles différens pour décomposer ainsi en partie l'acide sulfurique, et le réduire, par la soustraction d'une partie de son oxigène, à l'état d'acide sulfureux. Toutes les substances végétales et animales peuvent y servir ; mais comme elles peuvent altérer, par plusieurs vapeurs, et sur-tout par l'acide carbonique qu'elles fournissent, l'acide sulfureux lorsqu'on veut l'obtenir sous la forme de gaz, on doit préférer un métal qui n'a point cet inconvénient. On met une partie de mercure coulant et deux parties d'acide sulfurique concentré dans une petite cornue de verre à long cou ; on fait passer celui-ci sous des cloches pleines de mercure, soutenues sur une cuve hydrargiro-pneumatique ; on chauffe le fond de la cornue jusqu'à faire naître l'effervescence. Lorsque l'acide est bouillant, le mercure commence à le décomposer ; et à mesure qu'il s'oxide, il se dégage du gaz acide sulfureux qu'on recueille dans les cloches. Pour bien expliquer cette décomposition, on pourrait dire que le mercure enlève à l'acide sa portion *sulfurique* d'oxigène, et y laisse la portion *sulfureuse*.

6. L'acide sulfureux ainsi obtenu et fondu dans le calorique, est sous la forme de gaz ; il pèse un peu plus du double de l'air : cet excès va jusqu'à 0,17 au-dessus du double. Ainsi un certain volume d'air pesant 0,46, le même volume de gaz acide sulfureux pèse 1,03. Il a une odeur piquante et acre ; c'est celle du soufre qui brûle en bleu, et qui donne alors cet acide. Sa saveur est aigre ; il rougit les couleurs bleues végétales, et détruit le plus grand nombre d'entre elles : aussi emploie-t-on la vapeur du soufre enflammé pour ôter les taches de fruit de dessus le linge, et l'acide sulfureux

fait-il un des grands moyens de l'art du blanchiment. Reçu dans la bouche et dans le nez, il excite l'éternuement, la toux, et fait couler les larmes; il asphixie et tue les animaux. Autant qu'il a été permis encore de l'apprécier, cent parties de ce gaz contiennent, à très-peu près, 0,85 de soufre et 0,15 d'oxigène.

7. Le gaz acide sulfureux réfracte fortement la lumière sans s'altérer; il se dilate ou se raréfie par le calorique, et il est susceptible de se liquéfier à 28 — 0 degrés de refroidissement. Cette dernière propriété, découverte par les citoyens Monge et Clouet, et qui l'éloigne des autres gaz, paraît être due à l'eau qu'il tient en dissolution, et à laquelle il adhère si fortement, qu'elle s'oppose à ce qu'on estime avec précision les proportions de son radical et de son acidifiant. Chauffé fortement, comme dans un tube de porcelaine rougi au feu, il reste sans altération, suivant mes expériences. Priestley et Berthollet disent qu'il dépose du soufre par une longue exposition à la chaleur.

8. Il n'absorbe point immédiatement le gaz oxigène lorsqu'il est lui-même sous forme gazeuse, et peut seulement enlever de l'oxigène à plusieurs corps qui en sont surchargés, et repasser par là à l'état d'acide sulfurique. On verra encore que sous forme fluide il l'absorbe plus sensiblement. Il n'a aucune action sur l'azote ni le gaz azote, et n'éprouve en raison de ces deux nullités d'effet sur les gaz oxigène et azote aucune altération de la part de l'air. En faisant passer dans un tube de terre rouge du gaz acide sulfureux et du gaz oxigène, on reforme de l'acide sulfurique.

9. A froid et par le simple contact, il n'y a nulle action entre le gaz acide sulfureux et le gaz hidrogène; mais à une haute température, en faisant traverser, par exemple, un tube de porcelaine rouge de feu par ces deux gaz, il se dépose tout-à-coup du soufre, et il se forme de l'eau. Si la proportion du gaz hidrogène est fort supérieure à celle de l'oxigène contenu

dans le gaz acide sulfureux, il se dégage du gaz hidrogène sulfuré.

10. Le carbone n'a nulle action à froid sur le gaz acide sulfureux ; lorsqu'il est rouge il le décompose complétement, comme lorsqu'on fait passer le gaz à travers un tube de terre contenant du charbon et rougi au feu ; il se dépose du soufre en cristaux, et il se forme du gaz acide carbonique dans cette opération.

11. Le phosphore n'agit en aucune manière sur le gaz acide sulfureux ; on a vu qu'il enlevait en effet la portion d'oxigène de l'acide sulfurique qui est au-dessus de son état d'acide sulfureux, et qu'il amenait le premier de ces acides à l'état du second, sans altérer davantage celui-ci. Le gaz hidrogène phosphoré est décomposé par le gaz acide sulfureux ; il se précipite tout-à-coup par le mélange de ces deux gaz une fumée blanche épaisse, il se dépose du soufre phosphoré solide et il se forme de l'eau. L'attraction du soufre pour le phosphore, joue comme on le voit ici, le rôle d'une double attraction.

12. Il n'y a nulle attraction entre le soufre et le gaz acide sulfureux. On ne peut combiner ces corps par aucun procédé, ni conséquemment ramener par là cet acide à l'état d'oxide de soufre, comme le raisonnement semblerait l'indiquer. Le gaz hidrogène sulfuré est à l'instant du contact même décomposé par le gaz acide sulfureux ; ils se condensent l'un l'autre, se troublent et déposent du soufre solide et de l'eau ; le calorique se dégage libre. On trouve encore ici l'effet d'une attraction double, née à froid entre deux composés binaires.

13. Le diamant n'éprouve aucune altération de la part du gaz acide sulfureux ; la plus grande partie des métaux y restent aussi intacts ; l'eau qu'il tient toujours en dissolution ne les rend pas plus altérables par cet acide. Ce n'est que la forte attraction de quelques métaux pour le soufre, qui fait décomposer cet acide par plusieurs matières métalliques, comme on le verra plus en détail par la suite.

14. La plupart des oxides métalliques (dont je parle ici avant l'action de l'eau, parce que celle-ci exigera plus de détails, et la connaissance même de l'attraction de ces oxides) ont sur le gaz acide sulfureux une action qui dépend tantôt de leur attraction pour le soufre, tantôt de leur peu d'attraction pour l'oxigène, qu'ils cédent alors à l'acide sulfureux. Dans les deux cas, cet acide passe à l'état d'acide sulfurique, mais avec cette différence que dans le dernier il se forme des sulfates métalliques purs; dans le premier au contraire les sels sont mêlés de sulfures métalliques et sont des espèces de sulfates métalliques sulfurés, parce qu'il ne s'est alors formé d'acide sulfurique qu'aux dépens de la portion de soufre excédant cet acide dans le sulfureux.

15. L'eau a beaucoup d'attraction pour le gaz acide sulfureux. La glace mise en contact avec lui se fond sans presque changer de température. L'eau liquide l'absorbe et le liquéfie très-facilement. Comme il est très-commode à conserver et à employer, condensé sous cette forme liquide pour un grand nombre d'expériences ou d'opérations de manufactures, on le prépare ainsi en faisant passer le gaz acide sulfureux qui se dégage pendant la décomposition de l'acide sulfurique chauffé avec des corps combustibles, dans des flacons ou vases remplis d'eau froide. On lui fait traverser d'abord un premier vase très-petit et plein d'eau, pour qu'il y dépose la portion d'acide sulfurique bien plus dissoluble que lui qu'il entraîne toujours en vapeur. Le gaz acide sulfureux privé de cet acide et pur, arrive dans le second vase qu'on a soin de prendre haut et étroit, pour favoriser par la pression la condensation du gaz dans l'eau. Quand on observe le jeu des tubes qui conduisent ce gaz au fond de ce liquide, on voit les bulles de gaz acide sulfureux très-grosses dans cette région diminuer de volume et disparaître en se fixant et se liquéfiant avant d'arriver jusqu'à la surface de l'eau. Ce liquide absorbe d'autant plus de ce gaz qu'il est plus froid. Il peut, à 4 ou 5 degrés + o, en

prendre le tiers de son poids. L'eau n'en absorbe que très-peu à 75 degrés, et à 100 degrés elle n'en absorbe plus. Il ne se dégage que très-peu de calorique pendant la fixation du gaz acide sulfureux dans l'eau liquide.

16. Dans cet état de liquidité, improprement nommé dissolution, on doit le nommer acide sulfureux, comme on le fait pour tous les autres acides sous forme liquide; c'est la forme sous laquelle on l'emploie le plus fréquemment, et il faut connaître les propriétés qu'il présente. Le gaz ainsi liquéfié n'augmente pas beaucoup la pesanteur de l'eau dont il a peu dégagé de calorique en s'y fixant. Bergman dit que l'eau pesant 100,000, cet acide liquide ne pèse que 100,246, et y adhère assez fortement pour que la température de la glace ne la chasse pas, tandis que ce refroidissement en dégage l'acide carbonique. Aussi faut-il la chauffer beaucoup plus que cette dernière dissolution pour en séparer l'acide sulfureux sous forme de gaz; elle donne beaucoup moins de bulles et beaucoup plus lentement que ne le fait l'eau acidule, par la soustraction du poids de l'air dans la machine pneumatique. L'acide sulfureux liquide a l'odeur, la saveur et la propriété décolorante du gaz acide sulfureux. Il absorbe peu à peu l'oxigène en gaz ou pur ou mêlé à l'atmosphère, et quoique très-lentement il passe à l'état d'acide sulfurique; cela lui arrive d'autant plus facilement qu'il est plus étendu d'eau et plus agité dans son contact avec l'air. Du reste cet acide liquide se comporte comme le gaz lui-même avec les corps combustibles, à l'aide du feu qui lui fait prendre sa forme gazeuse. Il décompose à froid les gaz hidrogènes phosphoré et sulfuré, et en précipite soit du soufre phosphoré, soit du soufre pur.

17. L'acide sulfureux, soit gazeux, soit liquide, est plus fort que l'acide carbonique; il le sépare de ses bases et de l'eau. Le gaz acide sulfureux, reçu dans l'acide carbonique liquide, en prend la place et le dégage en gaz.

18. Il est plus faible que l'acide phosphorique et que l'acide phosphoreux qui le chassent des combinaisons où il est engagé, sans lui faire éprouver d'altération, ni en éprouver de sa part.

19. Beaucoup moins fort que l'acide sulfurique, il est dégagé par ce dernier, avec effervescence et sous forme de gaz, de ses combinaisons et même de l'eau. L'acide sulfurique concentré absorbe le gaz acide sulfureux qui le colore en jaune et en brun, qui le rend odorant et fumant. Ces deux acides tiennent assez fortement l'un à l'autre, pour que lorsqu'on les soumet à l'action du feu, la première vapeur qui s'en élève se cristallise en longs prismes blancs aiguillés dans les récipiens refroidis. Ce singulier acide concret, qu'on obtient en distillant certains acides sulfuriques noirs et fumans de Saxe, tels que celui de Northausen, est une combinaison d'acide sulfurique et d'acide sulfureux. Il fume à l'air, et lorsque l'atmosphère est très-humide, il s'y fond promptement en bouillonnant. Il a une odeur forte d'acide sulfureux; lorsqu'on le jette dans l'eau, il produit le même bruit qu'un fer rouge qu'on y plonge. Si l'eau est aérée, et qu'on en mette beaucoup, il perd sa propriété de fumer, et cesse d'être sulfureux. On le fait artificiellement et on s'assure de sa nature composée d'acide sulfurique et d'acide sulfureux, en chargeant le premier de ces acides de gaz acide sulfureux, et en le distillant à une douce chaleur lorsqu'on l'a rendu fumant par cette combinaison. Je l'ai fait connaître dans un mémoire particulier.

20. L'acide sulfureux est fort employé dans les arts et en médecine. En gaz il sert comme décolorant et blanchissant, sur-tout pour la soie et la laine. Il enlève les taches végétales et le fer de dessus le linge. Les médecins l'administrent comme une espèce de fondant spécialement indiqué dans les affections du poumon; il n'est pas invraisemblable de croire qu'il agit quelquefois dans l'économie animale, en y absorbant un excès d'oxigène qui constitue peut-être quelques états de maladies.

On a dû voir par les détails consignés dans cet article que la connaissance éxacte de cet acide a beaucoup contribué à l'avancement de la science, et influé sur les progrès de la philosophie naturelle.

ARTICLE X.

De l'acide nitrique.

1. L'acide qu'on désigne sous le nom de nitrique n'a été connu que depuis la confirmation de la doctrine pneumatique ; on le confondait auparavant avec ce qu'on nommait en général *esprit de nitre* et même avec l'acide nitreux, et on ne savait pas même le préparer. Peut-être même aurait-on dû changer le nom de cet acide et l'appeler *azotique*, en suivant les règles de la nomenclature méthodique, puisque son radical est l'azote ; mais j'ai dit ailleurs que ce dernier nom n'ayant pas été regardé comme le meilleur que pût porter cette base combustible, on n'avait pas cru devoir admettre ce changement, et renoncer à l'expression générique de nitre adopté depuis long-temps, pour un temps qui ne paraissait point assez déterminé.

2. Puisque ce n'est que d'après les travaux et les principes des chimistes français modernes que l'acide nitrique est connu, son histoire exacte ne remonte pas loin, et elle date depuis les années 1774 et 1776 au plus. C'est aux expériences et aux découvertes successives de Priestley, de Lavoisier, de Cavendish et de Berthollet que l'on doit les connaissances positives acquises sur la nature de cet acide. On sait que formé par le radical azote uni jusqu'à saturation complète à l'oxigène, il contient 0,20 du premier principe, et 0,80 du second. Il occupe dans notre ordre le quatrième rang parmi les bases acidifiées, parce que c'est celui de l'attraction de sa base pour l'oxigène, par rapport aux trois autres bases acidifiables, le carbone, le phosphore et le soufre.

3. L'acide nitrique existe abondamment dans la nature qui le forme sans cesse, en unissant l'azote à l'oxigène, sur-tout parmi les matières animales et végétales qui se pourrissent lentement. Telle est la théorie générale des nitrières naturelles ou artificielles; mais cet acide ne se trouve jamais pur: il est uni à plusieurs bases terreuses et alcalines, de sorte qu'il n'y a d'autre manière de l'obtenir que de l'extraire de ces composés naturels.

4. On découvrira sans doute quelque jour l'art de le préparer artificiellement, en combinant directement l'azote et l'oxigène. Quoiqu'on ait déja fait voir dans la section précédente que ces deux corps à l'état de gaz ne peuvent point s'unir par leur seul contact et le séjour, M. Cavendish a découvert qu'en électrisant un mêlange de ces deux gaz dans les proportions indiquées, leurs bases abandonnaient à une certaine époque d'électrisation le calorique, se combinaient entre elles, et formaient de l'acide que les dissolutions alcalines absorbaient promptement, de manière que le volume des fluides élastiques disparaissait peu à peu.

5. Il n'est pas aisé de rendre raison ou de concevoir la cause du résultat de cette belle expérience, qui réunie à celles de Priestley, Lavoisier et Berthollet, a jetté le plus grand jour sur la composition de l'acide nitrique. On ne sait point encore assez de quelle manière agit le fluide électrique; on le voit tantôt réduire des liquides en gaz, séparer et fondre deux matières gazéifiables combinées, tantôt faire perdre la forme fluide élastique à ces bases, et favoriser alors leur union réciproque.

6. Ce n'est donc encore que par l'extraction à l'aide des attractions chimiques, que l'on obtient l'acide nitrique. On le retire des combinaisons salines où il est engagé, et sur-tout de celle qu'on connaît communément sous le nom de nitre, par un acide plus fort que lui. C'est l'acide sulfurique que l'on choisit; il s'empare de sa base, et le dégage sous la forme

de vapeurs qui se condensent dans un récipient. On parlera plus en détail de cette opération dans la section des sels. Il suffit de savoir ici qu'on le prépare ou qu'on l'extrait par la distillation, qu'on le purifie en le chauffant doucement et jusqu'à ce qu'il ait perdu toute matière colorante, ainsi qu'une certaine quantité d'eau qui l'affaiblit.

7. L'acide nitrique ainsi préparé est sous la forme d'un liquide blanc, dont la pesanteur est à celle de l'eau distillée comme 15 est à 10; dont la saveur acide est si âcre et si caustique, qu'il brûle et détruit les matières organisées; qui plus faible les colore constamment d'une teinte plus ou moins jaune; qui rougit et détruit les couleurs bleues et beaucoup d'autres couleurs végétales. Un de ses caractères distinctifs qu'il conserve jusqu'à ce qu'il n'ait plus que 13 de pesanteur, l'eau sous un même volume en ayant 10, c'est qu'il exhale une fumée ou vapeur blanche, d'une odeur âcre, austère, désagréable et nauséeuse. Ainsi l'on voit qu'à l'aide de ces simples propriétés physiques, on peut le distinguer facilement et sûrement de tous les autres acides.

8. Cet acide exposé à la lumière la réfracte dans une raison un peu plus forte que celle de sa densité. Lorsqu'il est longtemps en contact avec elle, et qu'en même temps il éprouve une température supérieure à 20 degrés, il commence à éprouver une décomposition; il s'en dégage un peu de gaz oxigène, et l'acide se colore en jaune ou en orangé clair et passe en partie à l'état d'acide nitreux.

9. Le calorique dilate et volatilise l'acide nitrique sans l'altérer lorsqu'il n'est pas très-abondant; mais si on élève fortement la température, comme lorsqu'on fait passer cet acide à travers un tube de porcelaine rouge, il se sépare dans ses deux principes gazeux, et il en résulte un fluide élastique plus pur et plus comburant que l'air atmosphérique en raison de la grande proportion de gaz oxigène qu'il contient. Cet effet du calorique accumulé sur l'acide nitrique, qui n'a lieu pour

aucun des acides déja examinés, prouve que ses deux principes sont tous deux fusibles en gaz, et ne sont que peu adhérens l'un à l'autre; il s'accorde avec les expériences qui montrent que dans leur union nitrique l'azote et l'oxigène perdent peu de leur dissolvant calorique, et qu'ils sont très-disposés à se séparer en gaz.

10. Il n'y a nulle action entre l'acide nitrique, l'oxigène et l'azote. Ces deux corps à l'état gazeux ne sont ni absorbés, ni altérés par le contact de cet acide qui n'éprouve non plus aucune espèce d'altération. Comme il est une combinaison saturée de ces deux matières, il est tout simple qu'il n'ait plus aucune attraction pour elles. Quelques composés, surtout de la classe des matières animales, perdent leur azote par la première impression que l'acide nitrique exerce sur eux, et ce principe s'en dégage alors sous la forme de gaz azote. C'est par cette propriété que souvent on se sert d'acide nitrique faible pour obtenir le gaz azote des substances animales.

11. Quand on expose de l'acide nitrique concentré à l'air, la vapeur qui s'en exhale, se combinant avec l'humidité atmosphérique, forme la fumée blanche qu'on apperçoit et qui se condense peu à peu en liquide. L'acide lui-même absorbe et liquéfie l'eau de l'atmosphère, qui en s'unissant à lui l'affaiblit et diminue sa pesanteur spécifique en augmentant son poids. Lorsque l'air environnant est saturé de vapeur, et l'acide, de l'eau atmosphérique, il s'établit un équilibre au moyen duquel ils ne s'enlèvent plus rien l'un à l'autre; et l'acide cesse d'être fumant.

12. L'hidrogène a beaucoup plus d'attraction pour l'oxigène que n'en a l'azote, et décompose l'acide nitrique, mais seulement à une température élevée. Si on fait passer cet acide et du gaz hidrogène en même temps dans un tube de porcelaine rouge, il y a inflammation et détonation; il se forme de l'eau, et il reste du gaz azote ou du radical nitrique séparé. Comme le même phénomène d'inflammation et de détonation

n'a pas lieu avec les acides phosphorique et sulfurique, quoique le gaz hidrogène les décompose par le même procédé, il est évident qu'il est dû ici à l'état presque gazeux, ou au moins à la disposition prochaine à prendre cette forme que conservent dans l'acide nitrique l'azote et l'oxigène, comme on l'a déja indiqué ci-dessus.

13. C'est à la même cause et au même état qu'est due la manière dont le carbone décompose rapidement à une haute température l'acide nitrique. Au rouge, il est tout-à-coup enflammé par cet acide, et on a du gaz acide carbonique et du gaz azote. Il en est de même du phosphore et du soufre : lorsqu'on les traite chauds ou fondus par l'acide nitrique, celui-ci les enflamme sur-le-champ à cause du calorique qui retient son oxigène, et les convertit en acides phosphorique et sulfurique ; mais la même rapidité de décomposition n'a pas lieu si on traite ces trois corps combustibles avec de l'acide nitrique froid ou à une douce chaleur. Alors ils ne lui enlèvent pas tout son oxigène, ils n'en absorbent qu'une portion, et ils le portent à l'état d'acide nitreux ou d'oxide nitreux, suivant la proportion qu'ils en ont absorbée. Par cette action plus douce et plus modérée, on brûle lentement le phosphore et le soufre, on les convertit en acide phosphorique et sulfurique. C'est même un des meilleurs procédés que l'on puisse suivre pour obtenir de l'acide phosphorique pur et assez promptement, en jettant dans quatre parties d'acide nitrique chaud une partie de phosphore par petits morceaux, jusqu'à ce que chacun d'eux ait perdu sa forme et se soit confondu avec tout le liquide acide. On chauffe ce mêlange d'acides nitrique et phosphorique pour volatiliser le premier et obtenir le second isolé.

14. Il n'y a nulle action entre l'acide nitrique et le diamant, à quelque température qu'on les élève l'un et l'autre.

15. Presque tous les métaux décomposent l'acide nitrique à toutes les températures ; quelques-uns même s'enflamment

par son contact, quand ils sont très-divisés et chauds. La plupart lui enlèvent la portion d'oxigène qui est au-dessus de son état d'oxide, et devenant eux-mêmes par là des oxides, tantôt se séparent et se précipitent en poussière, tantôt restent en dissolution dans la partie d'acide non décomposée. Il en résulte des sels métalliques dont il sera question dans une autre section. C'est particulièrement des métaux qu'on se sert pour décomposer à moitié l'acide nitrique, et le réduire à l'état d'oxide d'azote qui sera examiné plus bas. Quelques-uns des métaux qui sont le plus avides d'oxigène et qui en demandent beaucoup pour se saturer, décomposent complettement l'acide nitrique et le réduisent à son radical qui se dégage alors sous la forme de gaz azote pur.

16. L'eau s'unit facilement et en toutes proportions avec l'acide nitrique. C'est même en raison de son attraction forte pour cet acide qu'on n'obtient jamais celui-ci sous la forme de gaz, et qu'on ne l'a que sous celle de liquide. Si l'on mêle de la glace à 0 avec le quart de son poids d'acide nitrique pesant 14 (l'eau donnant 10), on a 16 degrés de froid, lorsque le mêlange plonge dans un bain formé d'une partie de sel et de trois parties de glace. Si dans ce premier mélange refroidi à 16 degrés, on en plonge un second aux mêmes doses de quatre parties de glace et d'une partie d'acide concentré, celui-ci descend à 22, et si enfin on en fait un troisième bain où l'on plonge un troisième mélange égal de glace et d'acide, on produit plus de 30 degrés de froid, et l'on peut ainsi faire geler le mercure. Quatre parties d'acide et une partie de glace ou le mélange inverse du premier, donne une chaleur un peu moins grande que celle qui est produite par l'acide sulfurique; aussi le froid est-il moins intense qu'avec celui-ci dans le premier mélange de l'acide nitrique. En jetant de l'acide nitrique concentré dans de l'eau liquide, il y a constamment dégagement de calorique. L'acide s'affaiblit, perd de son énergie et de sa pesanteur; il fume moins ou ne fume plus du

tout. Son mélange comme celui de l'acide sulfurique avec l'eau, a une densité plus grande que la moyenne calculée sur celles des deux liquides isolés. C'est cet acide nitrique affoibli qui constitue ce qu'on nomme *eau-forte* dans le commerce ; à la vérité celle-ci est presque toujours impure et mêlée de plusieurs acides étrangers à cause de la manière dont elle est préparée, comme on le dira dans l'histoire des sels. On peut séparer l'eau unie à l'acide nitrique par la distillation, et concentrer cet acide comme l'acide sulfurique ; mais il faut employer moins de feu et procéder avec plus de précautions que pour ce dernier, parce que l'acide nitrique plus volatil que l'acide sulfurique, s'élève plus facilement avec l'eau. Cependant par ce procédé de 11 de pesanteur qu'il avait, et de non fumant qu'il était par l'eau ajoutée, on le fait passer facilement à $14\frac{1}{2}$ de pesanteur, et à un état très-fumant.

17. L'acide nitrique dissout un certain nombre d'oxides métalliques et forme avec eux des sels ; mais il ne touche point en général à ceux qui sont surchargés d'oxigène et qui y adhèrent beaucoup. Souvent même, s'il en tient quelques-uns de ceux-ci en dissolution, il les laisse facilement précipiter. Souvent encore, ceux des oxides métalliques qui ne sont point saturés d'oxigène et qui sont avides d'en absorber, décomposent l'acide nitrique et lui enlèvent une portion de ce principe de manière à le réduire à l'état d'oxide nitreux. Cela n'arrive jamais qu'aux oxides métalliques loin de la saturation et dont l'attraction pour l'oxigène est en même temps très-forte.

18. Beaucoup plus fort que l'acide carbonique, l'acide nitrique le chasse de toutes les bases auxquelles il est uni, et sous la forme de gaz, en produisant alors une vive effervescence. Il sépare également l'acide phosphorique de ses combinaisons et le dégage sous la forme liquide ; quelquefois il ne s'en sépare qu'en partie ; on reverra ce fait plus en détail à l'article des phosphates, section cinquième.

19. L'acide phosphoreux, qui, comme on sait, n'est que

de l'acide phosphorique tenant un peu de phosphore en dissolution est promptement converti en acide phosphorique par l'addition de l'acide nitrique concentré qui brûle son excès de phosphore. Si l'acide nitrique est faible, il est nécessaire d'emprunter pour cela le secours de la chaleur. C'est le procédé que je préfère pour obtenir à peu de frais, sans perte comme sans danger pour l'opérateur, de l'acide phosphorique bien pur. Je laisse brûler dans l'air, suivant la méthode que j'ai indiquée ailleurs, le phosphore qui passe ainsi à l'état d'acide phosphoreux; je le traite ensuite dans une cornue avec le huitième de son poids d'acide nitrique à 13 de pesanteur, et je distille à une douce chaleur pour brûler tout son phosphore excédant et en dégager tout l'acide nitrique dont une partie s'exhale en oxide d'azote. L'acide phosphorique reste pur et concentré au fond de l'appareil distillatoire.

20. L'acide sulfurique dont les attractions sont en général beaucoup plus fortes que celles de l'acide nitrique, n'altère point cependant celui-ci. Lorsqu'on le mêle avec lui, il y a dégagement de calorique, parce que l'acide sulfurique concentré enlève l'eau à l'acide nitrique et la condense plus qu'elle ne l'était dans son union avec ce dernier. Ainsi l'acide nitrique est concentré par l'addition de l'acide sulfurique, et c'est par là que cette addition le rend plus fort et plus susceptible de produire certains effets dans les opérations chimiques.

21. L'acide nitrique agit autrement sur l'acide sulfureux; outre qu'il est beaucoup plus fort que lui, qu'il le sépare de l'eau et de ses diverses combinaisons, il a de plus la propriété de lui céder de l'oxigène, de le convertir en acide sulfurique, et de passer en même temps à l'état d'oxide d'azote. C'est pour cela que l'acide nitrique versé dans de l'acide sulfurique, souvent rendu impur par l'acide sulfureux qui y est mêlé, le purifie, le blanchit, en brûlant complettement et l'excès du soufre qu'il contient, et même d'autres corps combustibles, tels que le charbon et l'hidrogène qu'il tient quelquefois en

même temps. Mais on ne doit regarder ce mode de purification, dont on se sert souvent dans les arts, comme certain et utile en chimie, qu'autant qu'on chauffe ensuite cet acide sulfurique assez fortement pour en dégager tout l'acide nitrique et tout l'oxide d'azote qu'il recèle après l'addition de l'acide nitrique.

22. Ce n'est point assez de connaître ainsi les propriétés de cet acide dans son état d'intégrité. Comme c'est le plus décomposable, quoique le plus oxigèné des acides connus, parce que ses deux principes originairement gazeux y ont perdu peu de calorique dans leur combinaison réciproque et n'adhèrent sans doute par cette raison que très-faiblement l'un à l'autre, comme par suite de cette facile décomposition, presque tous les corps combustibles lui enlèvent plus ou moins facilement son oxigène, en brûlant quelquefois, même avec flamme, à mesure qu'ils absorbent l'oxigène plus solide qu'il n'était dans cette combinaison nitrique, il est important de décrire avec soin les phénomènes de cette décomposition qui, en éclairant une foule d'opérations, auront encore l'avantage de rendre plus claire et plus complette l'histoire de l'acide du nitre.

23. En annonçant plus haut que l'acide nitrique est un composé de 0,20 d'azote, et de 0,80 d'oxigène, en faisant voir qu'il devait être, d'après le peu d'adhérence de ces deux corps, le plus comburant de tous les composés acidifiés, et que lorsqu'il était complettement décomposé par les corps combustibles, entièrement privé de son oxigène, il se réduisait à l'état de son radical pur, ou à l'état de gaz azote, à raison du calorique qui se dégageait toujours dans ces opérations; j'ai eu soin de faire remarquer que le plus grand nombre des corps combustibles ne le privaient pas de tout son oxigène, ne lui en enlevaient que la quantité qui le constituait acide et lui laissaient la portion qui le portait à l'état simple d'oxide d'azote. Comme cette espèce d'oxide que je n'ai fait qu'indiquer à l'article troisième de cette section, ne peut être préparé, au moins assez abondamment pour pouvoir bien l'examiner, que par la demie-

décomposition de l'acide nitrique, c'est ici qu'il est nécessaire de le faire bien connaître.

24. M. Priestley, en recevant sous des cloches pleines d'eau le gaz qui se dégage pendant l'action de l'acide nitrique sur les métaux, a fait la découverte de ce corps qu'il a nommé *gaz nitreux*, et qui est véritablement de l'oxide d'azote ou de l'acide nitrique. On a reconnu d'après lui, et c'est à Lavoisier que nous le devons, que, dans ce cas, les métaux enlevaient près de la moitié de l'oxigène contenu dans l'acide nitrique, que, sur les 0,80 de ce principe, ils en prenaient près de 0,37, et que, conséquemment, le gaz nitreux ou l'oxide d'azote qui résultait de cette dernière décomposition, comme je l'ai déja plusieurs fois désigné, était un composé de 0,32 d'azote, et de 0,68 d'oxigène. Ce corps désacidifié, quoi qu'il contienne le double de son radical d'oxigène, prouve que l'azote est en effet infiniment moins acidifiable que la plupart des autres bases combustibles, et ne forme, en le considérant sous ce nouveau point de vue, un acide aussi décomposable que parce que sa saturation exige une si grande dose d'acidifiant, ce qui indique la faiblesse de son adhérence.

25. On fait aussi quelquefois cet oxide d'azote sans acide nitrique, en décomposant à une haute température, comme dans des tubes de porcelaine rougis au feu, des mélanges de substances composées d'azote et d'autres matières oxigénées, comme on le verra par la suite; mais le procédé le plus expéditif et le plus convenable consiste à traiter des corps combustibles, métalliques ou végétaux, par de l'acide nitrique un peu affaibli, en adaptant aux vases qui les renferment des tubes de verre qui plongent sous des cloches pleines d'eau.

26. L'oxide d'azote ainsi obtenu, est un gaz pesant près de 0,07 de plus que l'air, d'une saveur styptique désagréable, d'une odeur forte, analogue à celle de l'acide nitrique, réfractant la lumière sans en être décomposé, dilatable par le calorique et non décomposable par le feu, même à la tempéra-

ture des tubes rouges par lesquels il passe sans altération, tandis que l'acide nitrique entier y est décomposé complétement. Le citoyen Van-Marum a trouvé que le gaz nitreux à travers lequel on faisait passer l'étincelle électrique, se réduisait à un tiers de son volume, et qu'il était converti en gaz azote et en acide nitreux. Ce gaz n'est point acide et ne rougit point les couleurs bleues végétales. Il ne se dissout point dans l'eau pure. Il éteint la plupart des corps enflammés, et asphixie les animaux. Il s'oppose à la putréfaction des matières animales, comme fortement antiseptique.

27. Le caractère le plus tranché, le plus remarquable et le plus essentiel à connaître du gaz oxide d'azote ou gaz nitreux, est de reformer de l'acide par le seul contact du gaz oxigène. Ces deux gaz mêlés se pénètrent, se condensent, laissent dégager du calorique, se changent en une vapeur rouge, orangée, acide, rougissant les couleurs bleues, dissoluble dans l'eau, et qui est non de l'acide nitrique, mais de l'acide nitreux. Pour s'acidifier ainsi, l'acide d'azote exige la proportion d'oxigène qui lui manque, c'est-à-dire, à peu près les deux tiers de son poids. Ce phénomène très-singulier prouve que l'oxide d'azote est très-différent du gaz azote, qui ne se combine avec le gaz oxigène que par une longue électrisation. Il explique aussi pourquoi, lorsqu'on fait une dissolution d'un métal, ou lorsqu'on traite en général un corps combustible par l'acide nitrique très-blanc dans un vaisseau découvert, il y a production de vapeurs rouges dans l'air, dont le gaz oxigène est tout à coup condensé en acide nitreux par le contact du gaz nitreux qui s'y élève, au lieu qu'en faisant cette opération dans un appareil fermé, il n'y a point de vapeur rouge quand la petite portion d'air qui peut y être contenue est usée par la première portion d'oxide d'azote qui se dégage.

28. La rutilation ou la formation de vapeur rouge par le mélange du gaz nitreux et de gaz oxigène, est une espèce de flamme qui étant accompagnée de dégagement de calorique,

représente une sorte de combustion et nous montre l'oxide d'azote beaucoup plus combustible que le gaz azote, puisqu'on ne peut brûler celui-ci qu'à l'aide de l'électricité ; ce qui dépend sans doute de l'état plus dense de l'azote dans le gaz nitreux ; et de son attraction pour l'oxigène augmentée par là. Il faut observer d'ailleurs que dans cette véritable combustion le gaz oxigène ne perd que très-peu de calorique, puisqu'en comparant par la fonte de la glace la proportion qui s'en sépare, à celle qui se dégagerait d'une même quantité de gaz oxigène pendant sa fixation dans le phosphore, Lavoisier a trouvé qu'elle n'en était que le neuvième ; en sorte qu'il reste dans l'acide nitrique près de huit neuvièmes du calorique appartenant au gaz oxigène qui entre dans sa composition.

29. Il était naturel de croire que le gaz nitreux ayant la propriété de s'emparer du gaz oxigène et de former avec lui de l'acide nitreux, pourrait servir à indiquer la proportion de ce dernier, contenue dans une quantité donnée d'air atmosphérique. Aussi l'a-t-on proposé comme moyen eudiométrique ; mais on a bientôt reconnu que ce moyen était infidèle, tant à cause de la variabilité du gaz nitreux qui peut contenir plus ou moins de gaz azote, suivant la manière dont l'acide nitrique a été décomposé, que par la proportion diverse du gaz nitreux qui se dissout dans l'acide nitrique formé, ce qui constitue l'acide nitreux en vapeur rouge que l'on obtient, proportion qui peut varier suivant une foule de circonstances. Aussi a-t-on presque entièrement renoncé aujourd'hui à ce procédé eudiométrique, sur-tout depuis qu'on en a trouvé de beaucoup plus sûrs et de beaucoup moins susceptibles d'erreurs. Cependant en comparant les diverses méthodes eudiométriques les unes aux autres, M. Humboldt pense que le gaz nitreux est un des meilleurs moyens de connaître la proportion de gaz oxigène contenue dans l'air atmosphérique, lorsqu'on détermine d'ailleurs la quantité de gaz azote que le gaz nitreux peut tenir ; ce qu'il fait exactement en l'essayant en particulier

par la dissolution de sulfate de fer qui l'absorbe seul et sans toucher au gaz azote qui lui est mêlé. Je reviendrai, dans l'histoire du fer, sur cette propriété d'absorber le gaz nitreux dont jouit le sulfate de ce métal.

30. L'oxide d'azote, ou le gaz nitreux, n'agit en aucune manière sur l'azote. Mêlé au gaz hidrogène, il donne à sa flamme une couleur verte. Introduits tous deux dans un tube de terre rougi au feu, ils s'enflamment, donnent de l'eau et du gaz azote.

31. Il n'a nulle action à froid sur le carbone, le phosphore et le soufre; à une haute température il les brûle et les convertit en acides en passant lui-même à l'état de gaz azote. Il brûle par le simple contact les gaz hidrogènes sulfuré et phosphoré, en donnant de l'eau, du phosphore, du soufre et du gaz azote. Il ne décompose point le gaz hidrogène carboné. La propriété de décomposer les gaz hidrogènes sulfuré et phosphoreux dont jouit le gaz nitreux en se réduisant par là à l'état de gaz azote, propriété que l'on ne trouve pas dans l'acide nitrique, prouve que l'oxigène tient moins à l'azote dans le gaz nitreux que dans l'acide nitrique. Il semble au premier coup-d'œil que cette assertion est contraire à la théorie générale, qui veut que les premières portions d'un corps tiennent plus à une autre que les derniers; mais cette contradiction n'est ici qu'apparente et dépend de ce que l'oxigène et l'azote du gaz nitreux sont dans un autre état que ceux de l'acide nitrique. Il paraît que c'est à du calorique ajouté au moment de la formation du gaz nitreux qu'est due cette facile séparation de ses deux principes. On verra que cette considération suffit pour expliquer les différences qui existent entre les acides nitrique et nitreux.

32. L'oxide d'azote n'agit point sur le diamant. La plupart des métaux n'en éprouvent aucune altération. Les plus combustibles s'y oxident cependant à la longue et le ramènent à l'état de gaz azote. Lorsqu'on y plonge des sulfures métalliques très-divisés et humides, ces corps en divisent peu à peu les

deux principes en gaz isolés, et on trouve au bout de quelques jours un air plus pur que l'air commun. A la longue cependant, le gaz oxigène est absorbé, et il ne reste que du gaz azote.

33. L'eau qui ne dissout point le gaz nitreux ou l'oxide d'azote, le convertit cependant en acide, lorsqu'elle contient de l'air ; voilà pourquoi elle l'absorbe quelquefois en partie, et acquiert alors avec une saveur acerbe la propriété de rougir les couleurs bleues végétales.

34. Quelques oxides métalliques, parmi les plus avides d'oxigène, décomposent à la longue le gaz nitreux, le réduisent à l'état de gaz azote ; d'autres au contraire lui cèdent une partie de leur oxigène, et en le convertissant en acide, forment avec lui des nitrates métalliques.

35. Le gaz nitreux n'a nulle action sur les acides carbonique, phosphorique et phosphoreux. Il s'unit à l'acide sulfurique et y adhère avec force en le changeant en acide concret ou glacial, qui s'environne d'une atmosphère rutilante à l'air, et laisse dégager ce gaz en se dissolvant dans l'eau. Il se liquéfie et se fixe très-facilement dans l'acide nitrique concentré qu'il convertit alors en acide nitreux, comme on va le voir dans l'article suivant.

36. On peut conclure des propriétés déja exposées de l'acide nitrique, qu'aucun acide ne peut être regardé comme un instrument plus précieux que lui, que la connaissance exacte qu'on a de sa nature, de ses principes, de leur proportion, de leur état presque gazeux, de leur peu d'adhérence, a dû le rendre d'un usage extrêmement utile en chimie, et porter la plus vive lumière sur son emploi dans une foule d'arts. Aucun corps n'a autant servi à l'avancement de la science que celui-ci ; aucun n'offre un instrument d'analyse plus avantageux et plus sûr dans ses résultats. En le considérant aussi comme médicament, la médecine qui doit tirer tant de parti des progrès de la chimie moderne peut le faire servir à une foule d'indications

pratiques. Déja on l'emploie avec un grand succès dans les maladies de la peau, dans les affections syphilitiques dont il pourra servir à résoudre le problême théorique et curatif. Peu de substances en général appellent autant l'attention du chimiste, du médecin et du philosophe, que l'acide nitrique, et méritent autant d'être étudiées sous tous les rapports.

ARTICLE XI.

De l'acide nitreux.

1. C'était dans cet état et sous cette forme seulement qu'on connaissait autrefois l'acide nitrique : aussi lui donnait-on indifféremment les noms d'*esprit de nitre* et d'acide nitreux. Mais depuis l'établissement de la doctrine pneumatique et de la nomenclature méthodique, on a distingué soigneusement l'acide nitreux de l'acide nitrique. Les règles de cette nomenclature font déja voir que l'acide nitreux doit être à l'acide nitrique ce qu'est le phosphoreux au phosphorique et le sulfureux au sulfurique; qu'il contient conséquemment plus de radical et moins d'oxigène, qu'il est par conséquent moins acide, moins fort. Mais ces idées générales ne suffisent pas : il faut examiner cet acide avec plus de détails pour bien connaître ses différences avec l'acide nitrique.

2. On forme de l'acide nitreux toutes les fois qu'on dissout de l'oxide d'azote ou du gaz nitreux dans l'acide nitrique, soit qu'on l'y fasse passer immédiatement et qu'on agite ces deux corps ensemble, soit qu'en décomposant lentement une couche inférieure de cet acide par une matière combustible qui y est plongée, le gaz nitreux qui s'en dégage se fixe dans les couches supérieures du même acide. C'est ainsi que dans ce dernier cas l'acide nitrique bien blanc, au fond duquel on jette un métal qui se dissout peu à peu en lui enlevant une portion de son oxigène, prend une couleur

bleue verdâtre dans la partie qui dissout l'oxide d'azote dégagé.

3. C'est par une cause analogue que l'acide nitrique, exposé à la lumière, se colore et jaunit à mesure qu'il s'en dégage du gaz oxigène, puisque, dans ce cas comme dans le précédent, l'oxide d'azote arrêté dans l'acide le colore et le convertit en acide nitreux. La même chose a lieu lorsqu'on chauffe long temps et fortement de l'acide nitrique dans une cornue, avec la différence que l'oxide d'azote dégagé par la chaleur entraîne avec lui en vapeur une portion d'acide nitrique qu'il sature et qu'il colore en rouge orangé.

4. Il est facile d'entendre, d'après ces premières données, que l'acide nitreux n'étant qu'une dissolution de gaz nitreux dans l'acide nitrique, ou ce dernier acide plus ou moins chargé de gaz nitreux, il doit y avoir beaucoup de variétés d'acide nitreux, suivant les proportions de gaz nitreux qui sont unies à l'acide nitrique, et que ce qu'on nomme de l'acide nitreux n'est jamais un être constant et uniforme. Il diffère donc à cet égard des acides phosphoreux et sulfureux qui sont des combinaisons constantes et déterminées de phosphore et de soufre avec les acides phosphorique et sulfurique. Il est cependant un terme dans l'union de l'acide nitrique et de l'oxide d'azote, un point de saturation au delà duquel on ne peut plus les unir : c'est celui où l'acide nitrique est converti en une vapeur rouge très-difficile à condenser et à dissoudre dans l'eau. Il paraît qu'alors les proportions de l'azote et de l'oxigène, contenues dans ce *maximum* de l'acide nitreux, sont, comme Lavoisier les a indiquées, 0,25 du premier et 0,75 du second, ce qui s'approche beaucoup de l'état de l'acide nitrique formé, comme on l'a vu, de 0,20 d'azote et de 0,80 d'oxigène. Priestley a trouvé que 100 parties d'acide nitrique, à 14 de pesanteur, l'eau étant 10, absorbaient 90 parties de gaz nitreux pour passer à l'état de vapeur rouge nitreuse.

5. Malgré ces variétés, malgré cet état indéterminé de l'acide nitreux, cet acide présente cependant un ensemble de propriétés qui le distinguent singulièrement de l'acide nitrique et qui le caractérisent. Bien pur et dans son *maximum* d'oxigénation, c'est-à-dire à 0,75 d'oxigène, il est sous la forme d'une couleur rouge foncée, d'une espèce de gaz visible tenant de l'eau en dissolution et ne se condensant qu'avec peine dans ce liquide. Cette vapeur est beaucoup plus volatile que l'acide nitrique; et quand on distille celui-ci, pour peu qu'il contienne de gaz nitreux, cette portion s'élève avec l'acide nitrique qu'elle entraîne, et se sépare en acide vaporeux rutilant, de manière à laisser l'acide nitrique bien pur.

6. Un acide nitreux quelconque, et la vapeur qui en est le dernier terme, n'éprouve aucun changement de la part de la lumière ni du calorique. Le gaz oxigène ne s'y combine pas comme il le fait avec le gaz nitreux pur; et quoiqu'on fasse passer ce gaz à travers la vapeur rutilante, celle-ci ne se change point en acide nitrique : ce qui dépend de l'adhérence de l'oxide nitreux à l'acide nitrique. Voilà d'où vient ce mélange de gaz, formé de vapeur rouge et de gaz oxigéné, dans lequel une bougie allumée brûle mieux que dans l'air ordinaire. Cependant l'oxigène liquide ou solide peut s'unir à l'oxide d'azote constituant l'acide nitreux et le convertir en acide nitrique : c'est ce qui a lieu lorsqu'on agite la vapeur acide nitreuse avec de l'eau aérée. L'acide nitreux se comporte avec l'air comme avec le gaz oxigène.

7. Il n'y a aucune attraction entre l'acide nitreux et l'azote, nulle absoprtion du gaz azote par cet acide; on doit même remarquer à cette occasion que l'azote ne peut jamais se combiner avec l'acide nitrique, et ne le porte point à l'état d'acide nitreux; il est nécessaire qu'il soit à l'état d'oxide pour s'y unir, et qu'il soit à ce qu'il paraît plus condensé.

8. La plupart des corps combustibles éprouvent les mêmes altérations de la part de l'acide nitreux que de la part de

l'acide nitrique. Il y a cependant cette différence bien notable entre l'action de ces deux acides, que les premiers (car on sait qu'il peut y avoir beaucoup de variétés d'acide nitreux) enflamment beaucoup mieux et beaucoup plus vîte la plupart des corps combustibles que ne le peut faire l'acide nitrique; et que, pour réussir à ces inflammations qui sont un des spectacles les plus intéressans des expériences de chimie, il faut employer de l'acide nitrique plus ou moins nitreux, ou chargé de plus ou moins de gaz nitreux. La cause de ce phénomène paraît dépendre non seulement de l'état de raréfaction ou de division que le gaz nitreux fait naître dans l'acide nitrique auquel il est combiné, mais encore de ce que le gaz nitreux, comme on l'a fait voir dans l'article précédent, est plus décomposable que l'acide nitrique et cède plus facilement que lui son oxigène qui y tient moins à l'azote, en vertu de la grande quantité de calorique uni en même temps à l'oxide nitreux. Aussi remarque-t-on qu'au moment où un acide plus moins nitreux attaque les corps combustibles, sur-tout le carbone chaud, le phosphore, le soufre fondu, les métaux divisés et chauds qu'il est susceptible d'enflammer, il se dégage avec grande effervescence et bouillonnement une quantité considérable de gaz, qui est presque tout entier du gaz azote et qui accompagne une portion de vapeur nitreuse portée en même temps dans l'atmosphère. C'est par la même raison que l'acide nitreux décompose le gaz hidrogène phosphoré et sulfuré et en précipite le phosphore ou le soufre.

9. On a déja dit que le véritable acide nitreux, ou l'acide nitrique contenant presque son poids de gaz nitreux et porté ainsi à l'état de vapeur nitreuse rutilante, était peu dissoluble dans l'eau; à la longue cependant il s'y liquéfie, il y a production de chaleur, une partie de l'oxide d'azote se dégage en gaz nitreux. L'eau, suivant qu'elle en dissout, passe par les nuances de bleu vert, de vert, de jaune, d'orangé

et de rouge brun ; si elle est chargée d'air, les premières portions de vapeur nitreuse qui s'y liquéfient se changent en acide nitrique.

10. Les oxides métalliques se comportent de manières différentes avec l'acide nitreux, suivant leur nature particulière. Les moins oxidés d'entre eux s'unissent à la portion d'acide nitrique qu'il contient et en chassent le gaz nitreux. Les plus oxidés le changent quelquefois en acide nitrique en lui cédant de l'oxigène.

11. L'acide carbonique et l'acide phosphorique ne sont point séparés facilement de leurs bases par l'acide nitreux proprement dit, ou par la vapeur nitreuse, à cause de la difficulté avec laquelle il s'unit lui-même à ces bases. Par un long contact la portion d'acide nitrique, que contient l'acide nitreux, finit par dégager ces acides et en même temps l'oxide d'azote où le gaz nitreux s'exhale.

12. L'acide phosphoreux est converti en acide phosphorique par l'acide nitreux d'où il dégage en même temps le gaz nitreux : l'acide sulfurique en opère également le dégagement par la chaleur qu'il produit, et s'empare de l'eau qui était unie à l'acide nitreux. L'acide sulfureux est converti en acide sulfurique par ce même acide qui laisse aller en même temps son gaz nitreux.

13. L'acide nitrique dissout, ou plutôt absorbe très-rapidement l'acide nitreux saturé d'oxide ou la vapeur nitreuse rouge, et passe ainsi à l'état d'un acide nitreux d'autant plus coloré qu'il en absorbe d'avantage : on peut faire un grand nombre d'acides nitreux divers, suivant la dose de vapeur nitreuse qu'on y combine. La plupart des acides nitreux, colorés depuis le bleu vert jusqu'au rouge brun des laboratoires de chimie, ne sont que des mélanges d'acide nitrique avec plus ou moins d'acide nitreux proprement dit. Aussi, lorsqu'on les distille, on en dégage de la vapeur nitreuse et il reste de l'acide nitrique blanc dans la cornue : c'est par

la quantité de celui-ci qu'on juge la nature de l'espèce d'acide nitreux qu'on a soumis à l'analyse. Il faut observer que si ces acides colorés et plus ou moins nitreux laissent dégager par la chaleur la vapeur nitreuse et rutilante qui les colorait, et qui, comme plus volatile que l'acide nitrique, remplit bientôt les récipiens, l'acide nitrique redissout cette vapeur en refroidissant. C'est pour cela que quand on veut préparer de l'acide nitrique, en rectifiant des acides du nitre colorés, il faut enlever les récipiens chargés de cette vapeur; car, en les laissant communiquer avec la cornue, on trouve, quelques heures après le refroidissement, ces récipiens décolorés et blancs, et l'acide blanchi d'abord par la chaleur redevenu rouge ou orangé.

14. L'histoire de l'acide nitreux éclaircit singulièrement celle de l'acide nitrique et du gaz nitreux; quoiqu'on se serve rarement de la vapeur nitreuse qui est cependant l'acide nitreux pur, on emploie souvent et à un grand nombre d'opérations chimiques les acides nitriques plus ou moins nitreux, qui produisent en général sur les corps combustibles un effet plus prompt et plus énergique que l'acide nitrique pur : on en a déja expliqué la raison plus haut.

ARTICLE XII.

Des acides métalliques.

1. Je ne parlerai ici des acides métalliques que pour donner une suite plus complète et comme non interrompue de ceux de ces corps qui sont des composés bien connus, formés par l'union des radicaux simples et de l'oxigène. Les propriétés particulières à chaque espèce de ces acides seront d'ailleurs décrites dans la section consacrée à l'histoire détaillée des substances métalliques. Ce ne sera même que pour les comparer d'une manière générale aux acides déja traités, que je les examinerai ici dans leur ensemble.

2. Sur vingt et une espèces de métaux bien connues aujourd'hui, il n'y en a que quatre qu'on ait pu faire passer à l'état d'acides : ce sont, l'arsenic, le tungstène, le molybdène et le chrôme. Si quelques autres présentent dans leur dernier degré d'oxidation quelques propriétés analogues à celles des acides, ces analogies sont encore trop éloignées, et les différences entre leur état et celui des autres acides trop prononcées, pour qu'on les rapproche de cette classe de composés.

3. Il en est des quatre acides métalliques connus comme des précédens, formés par des radicaux simples ou indécomposés : ils ont besoin d'une certaine proportion d'oxigène pour parvenir à l'état d'acides. Tous, avant d'être acidifiés, passent par l'état préliminaire d'oxides : tous contiennent donc deux proportions d'oxigène; l'une simplement oxidante, et l'autre acidifiante. Dans tous la première de ces portions est plus adhérente que la seconde.

4. Il résulte de là que comme en s'acidifiant ils s'arrêtent d'abord à l'état d'oxides, et ne parviennent souvent à l'état d'acides que par des procédés fort différens de ceux qui ne produisent que leurs oxides, on observe une marche inverse dans leur décomposition ou leur désoxigénation. En les traitant à l'aide d'une température plus ou moins élevée, toujours nécessaire pour cela, avec des corps qui ont plus d'attraction que les métaux pour l'oxigène, ils leur cèdent d'abord leur portion acidifiante, et résistent plus à la séparation de leur portion oxidante.

5. La lumière vive commence à décomposer quelques-uns d'entre eux en en dégageant du gaz oxigène. Le calorique est bien moins puissant pour les décomposer : tous, sous la forme de poussières fixes, ils sont plutôt disposés à la vitrification.

6. Ils sont inaltérables par le gaz oxigène, le gaz azote et l'air atmosphérique.

7. Tous les corps combustibles sont susceptibles de les décomposer et de leur enlever toujours la portion acidifiante et souvent la portion oxidante de leur oxigène : cette décomposition a le plus ordinairement besoin d'une grande quantité de calorique accumulée. Elle est d'autant plus facile alors que la plupart de ces corps combustibles agissent par une double attraction sur les acides métalliques. En effet, une partie attire leur oxigène, tandis qu'une autre est attirée par le métal. Les corps combustibles unis deux à deux agissent encore plus vîte, et souvent par le premier contact et à froid sur ces acides : c'est ainsi que le gaz hidrogène sulfuré, ou l'eau hydro-sulfurée, noircissent et tendent à réduire à l'état métallique ou en sulfures, les acides formés par les métaux.

8. Plusieurs métaux, parmi ceux qui ne sont point acidifiables, sont susceptibles de décomposer les acides dont il est question. La preuve que la portion acidifiante de leur oxigène y tient beaucoup moins que la portion oxidante, c'est que ces métaux qui les désacidifient ne peuvent pas souvent les désoxider.

9. En général les acides métalliques sont beaucoup moins dissolubles dans l'eau que les précédens. Quand ils y sont dissous ils lui communiquent leur saveur âpre, acerbe et métallique : on les en sépare aisément par l'action du feu.

10. Ils s'unissent plus ou moins facilement avec la plupart des oxides métalliques qui sont très-chargés d'oxigène ; ils constituent dans cet état de combinaison un grand nombre de minéraux d'où l'art chimique sait les retirer en employant pour cela plusieurs des acides précédens.

11. Ils ne s'unissent que difficilement ou point au plus grand nombre de ces acides. S'ils ne sont pas encore complétement acidifiés ils enlèvent à l'acide nitrique sur-tout une portion de son oxigène : presque toujours même cet acide est employé avec avantage pour faire passer les oxides de ces métaux à l'état acide.

12. Outre les analogies qui viennent d'être montrées entre les acides métalliques et ceux précédemment examinés, on en connaît encore une bien plus grande dans l'un des premiers, et peut-être pourra-t-on la reconnaître aussi dans plusieurs des trois autres. Entre son état d'oxide et celui d'acide où il a été seulement connu jusqu'ici, je distingue dans l'arsenic une modification manifestement acide et qui paraît être à l'acide arsenique ce que sont les acides phosphoreux, sulfureux et nitreux aux acides phosphorique, sulfurique et nitrique: je décrirai cet état dans l'histoire particulière de ce métal.

ARTICLE XIII.

De l'acide muriatique.

1. Après les acides précédemment examinés, dont la nature, le radical et la proportion des principes sont bien connus, on doit ranger l'acide muriatique sur lequel on n'a point acquis autant de lumières, qu'on n'a pas encore pu décomposer ou recomposer, mais qui se rapproche de plusieurs des précédens par ses propriétés et ses attractions, de manière que dans toutes les méthodes, telles qu'elles soient, on ne peut l'en écarter.

2. Le nom d'acide muriatique est pris de la substance d'où on l'extrait, le sel de la mer, le sel marin, l'eau salée, *muria* des latins, *muyre* dans l'ancien français. Ce nom, tiré de son origine, lui est donné faute de pouvoir en trouver un dans la nature de son radical qu'on ne connaît pas. Avant la nomenclature méthodique on l'appelait *esprit de sel*, acide *marin*, acide *du sel*. Les chimistes qui écrivaient en latin l'avaient déja nommé *acidum muriaticum* qu'on n'a fait que traduire dans la nomenclature française.

3. L'acide muriatique existe abondamment dans la nature,

et il paraît s'y former perpétuellement dans les eaux de la mer. Quoiqu'on soit presque témoin de cette formation, on ne connaît encore ni les principes que la nature y emploie, ni la proportion où elle les combine, ni le mode même suivant lequel s'opère cette combinaison. Il est toujours uni à plusieurs des bases satifiables qui seront examinées dans la prochaine section. On croit cependant qu'il est souvent pur et en vapeur dans l'air qui entoure la mer, et où l'eau marine battue par le mouvement des flots est en évaporation continuelle. Quelques observations semblent autoriser cette opinion, qui n'est cependant appuyée sur aucun fait positif.

4. On ne se le procure donc qu'en le séparant du sel marin, par le moyen de l'acide sulfurique concentré qui a plus d'attraction pour la base de ce sel que n'en a l'acide muriatique. Comme celui-ci est très-volatil et se réduit facilement en gaz, il se dégage avec effervescence vive, et on peut l'obtenir, soit sous la forme de fluide élastique, soit sous celle de liquide quand on présente à ce gaz de l'eau pure et froide qui l'absorbe et le fixe. C'est Glauber qui, vers le milieu du dix-septième siècle, a le premier fait connaître cet acide et appris à le retirer du sel marin; mais depuis cette première époque on a beaucoup perfectionné l'art d'obtenir cet acide, et ce n'est que d'après les découvertes modernes et la révolution chimique dont j'ai parlé, qu'on sait le préparer avec exactitude. Avant cette heureuse époque, on perdait la plus grande partie de cet acide dans l'air, comme le prouveront assez les détails où l'on va entrer. Quoique l'acide muriatique soit encore un des moins connus, on n'a cependant acquis sur ses attractions et sur ses propriétés des notions exactes par les recherches successives d'un grand nombre de chimistes. On s'est sur-tout assuré qu'il n'a aucun rapport d'origine ni de nature avec l'acide sulfurique, qu'on croyait son premier composant au commencement et jusqu'à plus de la moitié du dix-huitième siècle, ni avec l'acide phosphorique

que Stahl avait dit être absolument de la même nature que lui. Sans savoir encore ce qu'il est, on a su au moins ce qu'il n'était pas, et détruit ainsi une longue erreur.

5. L'acide muriatique préparé ou extrait, comme on vient de le dire, est dans deux états, ainsi que je l'ai indiqué, ou sous la forme de gaz, ou sous celle de liquide. Dans ce dernier état il est combiné avec l'eau; sous la première forme, il est dissous dans le calorique Il faut le connaître sous cette double condition, en commençant par le gaz où il est plus pur et en passant de là à l'acide liquide, qu'on conserve mieux et qu'on emploie plus souvent dans les opérations de chimie.

6. L'acide muriatique gazeux diffère peu à l'œil de l'air de l'atmosphère; cependant il est presque toujours un peu vaporeux et visible à cause de l'eau qu'il retient constamment en dissolution; il a une pesanteur de vingt centièmes plus grande que celle de l'air, puisqu'il pèse 0,66 de grain le pouce cube, tandis que l'air de l'atmosphère ne pèse que 0,46. Il a une odeur forte, piquante, âcre, acide, qui picote les yeux et irrite la gorge, et qui a quelque analogie avec celle des pommes de rénette ou du safran. Sa saveur est très-aigre et très-forte; il éteint les bougies allumées, en donnant à la flamme une couleur verte claire; il asphixie et tue promptement les animaux qui le respirent, il agit même sur la peau, la rougit et l'enflamme sans cependant la corroder, la brûler, ni même la colorer comme les acides sulfurique et nitrique; il change en rouge un grand nombre de couleurs bleues végétales, et avive celles qui ont cette nuance.

7. Le gaz acide muriatique réfracte la lumière assez fortement, et n'est point altéré par son contact; il est raréfié par le calorique sans changer de nature, quelque quantité qu'on en accumule. En faisant passer ce gaz à travers des tubes de porcelaine rougis au feu, il n'éprouve aucune altération, et jouit des mêmes propriétés qu'auparavant.

8. Il n'agit en aucune manière sur le gaz oxigène, et peut cependant absorber l'oxigène solide ou liquide, comme on le fera voir plus bas. Mis en contact avec l'air atmosphérique, il prend tout à coup la forme d'une fumée blanche, épaisse et lourde, en développant de la chaleur autour du point où elle se condense. Cet effet est dû à l'eau de l'atmosphère qu'il condense et à laquelle il s'unit.

9. Il n'a nulle action sur l'azote, l'hidrogène, le carbone, le phosphore, le soufre et le diamant, et en général sur tous les corps combustibles. Le charbon, comme corps poreux, l'absorbe et le condense, ainsi que les éponges, le liége, le bois tendre, etc. C'est en raison de cette inaction réciproque des corps combustibles et de l'acide muriatique, qu'on n'a pas reconnu encore la nature de cet acide; car on sait que c'est la décomposition opérée par ces corps qui a servi à déterminer la composition des autres acides.

10. Les métaux n'éprouvent d'altération de la part du gaz acide muriatique qu'autant que celui-ci tient de l'eau en dissolution. Alors par la tendance qu'a cet acide pour s'unir aux oxides métalliques, et par l'attraction prédisposante qu'il exerce, il favorise la décomposition de l'eau par les métaux et s'y combine après qu'ils sont oxidés.

11. Le gaz acide muriatique a beaucoup d'attraction pour l'eau : quand on met un morceau de glace dans ce gaz, elle se fond tout à coup, s'échauffe et condense le gaz. On voit que toutes les expériences sur le gaz acide muriatique doivent être faites sur le mercure, puisque l'eau l'absorberait. Si l'on emploie quatre parties de glace contre une partie de gaz acide muriatique, il y a du froid produit pendant la fusion de cette glace; c'est le même phénomène et la même cause que ce qui a lieu avec les acides sulfurique et nitrique. L'eau liquide absorbe promptement le gaz acide muriatique et s'échauffe en même proportion; il y a même jusqu'à plus de quatre-vingt degrés de température produits dans cette expérience. A cette époque il

ne se fixe plus de gaz, et son absorption ne recommence que lorsque cette température est abaissée. L'eau dissout presque son poids de ce gaz, et prend un volume presque double de celui qu'elle avait primitivement. Cette combinaison est l'acide muriatique liquide, l'acide muriatique ordinaire ; on reprendra bientôt l'examen de ses propriétés.

12. Les oxides métalliques absorbent le gaz acide muriatique et forment avec lui des sels sur lesquels on reviendra.

13. Quoique l'acide muriatique soit plus fort que les acides carbonique, phosphorique, phosphoreux et sulfureux, il ne chasse ces acides de leurs bases, lorsqu'il est sous la forme de gaz, que quand les combinaisons de ces acides sont dissoutes dans l'eau qui commence par absorber le gaz, de sorte que ce n'est que comme acide liquide qu'il les décompose.

14. Le gaz acide muriatique est promptement absorbé par l'acide nitrique auquel il enlève la portion acidifiante de son oxigène de manière à le réduire à l'état d'oxide d'azote. Il n'opère au reste cette désacidification de l'acide nitrique que d'une manière bornée, et jusqu'à ce que cet acide soit saturé de l'oxide d'azote qu'il retient. On reparlera de cette combinaison qu'on a coutume de faire avec les acides liquides.

15. Ce n'est pas de l'acide muriatique gazeux qu'on se sert dans le plus grand nombre des opérations de chimie. Il est beaucoup plus commode d'employer cet acide liquide, ou dissous dans l'eau ; il est donc nécessaire de comparer cet acide en liqueur au même acide gazeux. Lorsque l'eau est chargée de tout ce qu'elle peut dissoudre de gaz acide muriatique, elle forme un liquide dont la pesanteur est à celle de l'eau :: 1200 : 1000. Cet acide est blanc et sans couleur ; il exhale une vapeur ou fumée blanche, semblable à celle que forme le gaz acide muriatique mêlé à l'air humide ; son odeur est la même que celle de ce dernier.

16. L'acide muriatique, c'est le nom qui le distingue dans l'état liquide, n'est point altéré par la lumière. Le calorique

qu'on y applique en dégage le gaz; la dernière portion y adhère assez fortement pour qu'on ne puisse le séparer qu'avec beaucoup de difficulté.

17. L'acide muriatique n'absorbe ni le gaz oxigène, ni le gaz azote. On verra bientôt qu'il absorbe l'oxigène solide et s'en sature. Exposé à l'air, cet acide y exhale la fumée blanche qui résulte de son union avec l'eau, et qui sépare assez de calorique de l'air pour que la main sente une chaleur sensible lorsqu'on la place sur un flacon plein de cet acide fumant, au moment où on le débouche.

18. L'acide muriatique liquide n'agit pas plus sur l'hidrogène, le carbone, le soufre et le diamant, que le gaz acide ne le fait lui-même. Il dissout ceux des métaux qui peuvent décomposer l'eau et qu'il en rend encore plus susceptibles; de sorte que lorsqu'il agit sur un métal il se dégage constamment du gaz hidrogène plus ou moins pur.

19. Il s'unit à l'eau en toutes proportions et en dégage une portion de calorique. Il s'affaiblit par cette union, et cesse bientôt de fumer, parce que l'acide qui y adhère ne tend plus à prendre si promptement et si fortement la forme de gaz.

20. Il agit d'une manière très-différente du gaz sur les oxides métalliques; en général il les dissout mieux que les autres acides, et c'est pour cela que dans les laboratoires on s'en sert pour laver les vases gâtés par ces oxides. A mesure qu'il tend à s'y unir, il sépare d'un grand nombre d'entre eux une portion d'oxigène avec laquelle une partie de cet acide se combine et forme de l'acide muriatique oxigéné qui sera examiné dans l'article suivant. Les combinaisons de cet acide liquide avec les oxides plus ou moins chargés d'oxigène, sont souvent volatiles et fusibles. Il en sera question aux articles des métaux.

21. L'acide muriatique chasse l'acide carbonique avec effervescence de ses combinaisons. Il est aussi plus fort que l'acide phosphorique par la voie humide, mais lui cède souvent les

bases par la voie sèche. L'acide sulfurique plus fort que lui le sépare de ses composés, même de son union avec l'eau, tandis que l'acide muriatique chasse l'acide sulfureux de ce liquide.

22. Quant à l'acide nitrique, un des caractères les plus prononcés et les plus remarquables de l'acide muriatique, c'est la manière dont il agit sur cet acide. A peine met-on ces deux corps en contact, qu'ils se pénètrent, qu'ils s'échauffent fortement, présentent une effervescence et une coloration en jaune orangé ou en rouge, et forment ainsi un acide mixte qui remplit un grand nombre de conditions auxquelles ni l'un ni l'autre des acides isolés ne pourrait suffire. On nommait autrefois cet acide mixte, *eau régale*, parce qu'on l'avait trouvé capable de dissoudre l'or qu'on appelait alors le *roi* des métaux. On l'appelle aujourd'hui acide nitro-muriatique. Ce n'est point cependant un simple mélange des deux acides comme on le pensait avant la doctrine pneumatique. Ces deux corps, au moment de leur union, agissent réciproquement par une double attraction; celle de l'acide muriatique pour l'oxigène, et celle de l'acide nitrique pour le gaz nitreux ou oxide d'azote. Son effet porte le premier à s'emparer d'une portion de l'oxigène du second, et la partie d'acide muriatique ainsi oxigéné, se dégage avec effervescence en vapeur jaune. L'acide nitrique non décomposé absorbe le gaz nitreux de sa partie désacidifiée; et lorsqu'il en est saturé, l'action s'arrête; voilà ce qui colore cet acide mixte, et ce qui fait que l'action une fois terminée entre eux, il reste de l'acide muriatique mêlé d'acide nitreux qu'il retient assez opiniâtrément. On verra par la suite comment ce singulier mélange agit dans les dissolutions métalliques qu'il opère. On voit déja qu'il ne doit y avoir nulle action entre l'acide muriatique et l'acide nitreux saturé, que la vapeur nitreuse doit être absorbée par cet acide, et former sur-le-champ l'acide nitro-muriatique, ou l'eau régale des anciens chimistes.

23. La différence la plus remarquable qui existe entre l'acide muriatique et tous les précédens, consiste véritablement dans

l'ignorance absolue où l'on est de sa nature intime à cause de l'impossibilité bien reconnue de sa décomposition. On pourrait donc le ranger parmi les corps indécomposés ou simples, si, par les règles d'une analogie qui dirige l'opinion avant qu'elle soit arrêtée par l'expérience, on ne soupçonnait qu'il en est de cet acide comme de tous les autres. Plusieurs chimistes modernes ont donc présumé que l'acide muriatique était un composé d'un radical inconnu avec l'oxigène, que ce radical muriatique était de tous les corps celui qui avait le plus d'attraction pour le principe acidifiant, que c'était pour cela qu'aucun corps combustible ne pouvait le lui enlever ou le décomposer. Mais il faut convenir que si cette idée a quelque chose de séduisant et de régulier dans la théorie, elle n'est cependant qu'une pure hypothèse. Il est vrai que c'en est une aussi de vouloir y nier absolument la présence de l'oxigène, et son union avec un radical combustible. On a cru que l'hidrogène était le radical muriatique, et que cet acide ne différait de l'eau, qui était son oxide, que par une plus grande proportion d'oxigène. Cela est bien loin d'être prouvé encore.

24. Les usages de l'acide muriatique sont très-multipliés. Il jouit, comme médicament, de la propriété cathéritique lorsqu'il est concentré, rafraîchissante, antiseptique et sur-tout diurétique quand il est étendu d'eau; on s'en sert pour désinfecter les lieux gâtés par des vapeurs putrides. Il est employé dans une foule d'arts, et sur-tout dans ceux qui ont les métaux pour sujets. On en verra à mesure et successivement les nombreuses applications dans tous les articles qui vont suivre.

ARTICLE XIV.

De l'acide muriatique oxigéné.

1. L'acide muriatique diffère encore plus des autres acides par la propriété qu'il a d'absorber l'oxigène liquide ou solide, ou

plutôt de l'enlever à un grand nombre de combinaisons que par l'impossibilité de sa décomposition. Cette propriété de s'oxigéner semble le rapprocher des corps combustibles et annoncer, ou qu'il ne contient point lui-même d'oxigène, ou qu'il n'est point saturé. Ce caractère d'absorber de l'oxigène et de brûler comme une sorte de corps combustible a fait penser à quelques chimistes modernes qu'il appartient à un autre genre de corps acides que les onze autres espèces; que ce genre nouveau pourrait comprendre des acides non brûlés, non oxigénés et sans principe acidifiant ou qui ne tenaient pas leur acidité de ce principe. Mais cette opinion, qui est elle-même une hypothèse, ne porte aucune atteinte à la théorie précédemment exposée sur les onze premières espèces d'acides décrits jusqu'ici.

2. L'acide muriatique oxigéné est une nouvelle acquisition pour les chimistes. C'est Schéele qui l'a le premier découvert; il l'a nommé *acide marin déphlogistiqué*. J'ai proposé ensuite l'expression d'*acide muriatique aéré*, et enfin celle d'acide muriatique oxigéné a été adoptée depuis la nomenclature méthodique. Le citoyen Berthollet a beaucoup ajouté aux découvertes de Schéele, et a répandu une vive lumière sur la nature et les propriétés de cet acide. J'ai fait aussi moi-même quelques additions à ces dernières découvertes.

3. On ne trouve nulle part dans la nature l'acide muriatique oxigéné libre; il est même douteux qu'il y existe dans l'état de combinaison, quoique cela ne soit point impossible. On le prépare ou on le fabrique en jetant sur quelques oxides métalliques l'acide muriatique un peu concentré, ou bien en dégageant par l'acide sulfurique l'acide muriatique du sel marin, qu'on a auparavant mêlé avec un quart de son poids d'oxide de manganèse. J'ai trouvé dans plusieurs autres oxides métalliques la même propriété d'oxigéner l'acide muriatique. Je les citerai dans l'histoire particulière des métaux.

4. Dès que l'acide muriatique est en contact avec l'oxide, il se forme une vapeur jaune verdâtre, d'une odeur très-âcre,

que l'on peut recueillir, ou sous la forme de gaz, en la faisant passer vîte à travers un petit volume d'eau, ou sous la forme liquide en la laissant long temps en contact avec l'eau refroidie et placée dans un vase assez haut pour que sa pression influe sur l'absorption de la vapeur. On doit décrire successivement les propriétés du gaz et celles de l'acide muriatique oxigéné liquide.

5. Le gaz acide muriatique oxigéné se distingue de tous les fluides élastiques par sa couleur jaune verte, par son odeur suffocante, par sa saveur âcre et resserrante. Son action sur le nez et sur la gorge de ceux qui le respirent est encore un de ses caractères les plus remarquables. Il produit un épaississement des liquides qui ressemble parfaitement à ce qui a lieu dans le rhume, et qui est suivi d'une expectoration abondante. Il entretient la combustion des bougies allumées, dont il rend la flamme rouge à cause de la vapeur d'eau formée qui l'environne. Il détruit, au lieu de les changer en rouge, beaucoup de couleurs bleues végétales, et décolore ainsi les fleurs, les feuilles, les écorces, et les fait passer au blanc souvent un peu fauve. On verra par la suite qu'à cause de cette propriété, il est employé avec succès au blanchiment des toiles, etc.

6. La lumière et le calorique n'altèrent point ce gaz. Il peut passer à travers un tube rouge sans changer de nature.

7. Il n'a aucune action sur le gaz oxigène ni sur le gaz azote : par cette raison il se mêle à l'air sans lui faire éprouver aucun changement dans sa nature propre. Seulement, comme il a beaucoup d'action sur tous les corps odorans végétaux et animaux, les miasmes putrides qui affectent l'air dans plusieurs lieux doivent être détruits par son mélange : c'est pour cela que je l'ai proposé comme désinfectant dans les prisons, les hôpitaux, les vaisseaux, etc.

8. Il n'a nulle action sur le gaz hidrogène à froid ; il le brûle avec détonation dans un tube rouge.

9. Il enflamme et change en acide phosphorique le phos-

phore bien sec qu'on y plonge. Il allume également le gaz hidrogène phosphoré, il rend même inflammable celui qui ne l'est pas spontanément à l'air.

10. Le soufre fondu qu'on y plonge s'y enflamme et donne de l'acide sulfurique. Il décompose sans inflammation le gaz hidrogène sulfuré et en précipite le soufre en brûlant lentement l'hidrogène. Il brûle même le soufre de l'hydro-sulfure dissous dans l'eau, et le convertit ainsi en acide sulfurique au milieu de ce liquide froid.

11. Il n'a nulle action sur le carbone froid ou chaud, et il favorise si peu sa combustion que, quand on allume un mélange de volumes égaux de gaz hidrogène carboné et de gaz acide muriatique oxigéné, il y a combustion du gaz hidrogène seulement et précipitation du carbone. Il y a même une circonstance dépendante de la proportion du gaz acide muriatique oxigéné ajouté au gaz hidrogène carboné, dans laquelle, loin de brûler le carbone, cette addition le convertit avec l'hidrogène en une véritable huile ; il en sera parlé ailleurs.

12. A froid, il n'a nulle action connue sur le diamant; mais lorsqu'on plonge ce corps bien rouge de feu dans du gaz acide muriatique oxigéné, il s'y allume et donne du gaz acide carbonique, suivant Lampadius, professeur de chimie à Prague.

13. Le gaz acide muriatique oxigéné brûle toutes les substances métalliques et en enflamme même quelques-unes : ce qui fait voir que la flamme est une propriété commune à tous les corps combustibles et qu'elle ne dépend que de certaines conditions dans la combustion; il suffit de jeter ces métaux en limaille fine ou en poudre dans le gaz acide muriatique oxigéné pour les enflammer sur-le-champ : il en est de même des sulfures et des phosphures métalliques. Les métaux ainsi brulés par le gaz acide muriatique oxigéné sont sur-tout ceux dont les oxides ne cèdent point leur oxigène à l'acide muriatique. Si quelques-uns de ceux qui s'en laissent enlever une partie par cet acide s'enflamment dans le gaz acide muriatique oxigéné, ils ne s'oxi-

dent que peu dans cette circonstance et sont fort loin d'être portés jusqu'au maximum d'oxidation nécessaire pour les rendre susceptibles d'oxigéner l'acide muriatique. Ceci tient encore comme tant d'autres faits aux attractions diverses des différentes portions d'oxigène pour les métaux et pour tous les corps combustibles en général.

14. L'eau absorbe et condense beaucoup moins le gaz acide muriatique oxigéné qu'elle ne le fait à l'égard du gaz acide muriatique ordinaire ; en traversant ce liquide, le gaz acide muriatique oxigéné en dissout une portion et se liquéfie à mesure. La pression et le refroidissement sont nécessaires pour en saturer l'eau. On reprendra plus bas l'histoire de l'acide muriatique oxigéné liquide.

15. Beaucoup d'oxides métalliques absorbent le gaz acide muriatique oxigéné ; il n'y a que les plus oxidés qui n'opèrent pas cette absorption. Il se forme ainsi des sels métalliques très-âcres et très-caustiques, qu'on décrira par la suite.

16. L'acide carbonique, plus faible que le gaz acide muriatique oxigéné, est dégagé de ses combinaisons par ce gaz qui en prend la place et qui lui donne sa forme gazeuse en se dégageant. Il n'agit ni sur l'acide phosphorique ni sur ses combinaisons ; il brûle la portion de phosphore contenue dans l'acide phosphoreux et le convertit en acide phosphorique.

17. Il ne fait éprouver aucune altération à l'acide sulfurique beaucoup plus fort que lui ; il brûle le soufre de l'acide sulfureux et le change en sulfurique. Du gaz acide sulfureux, passé dans du gaz acide muriatique oxigéné, forme une fumée blanche, très-épaisse, laquelle se condense en acide sulfurique.

18. Il n'altère en aucune manière l'acide nitrique ; non plus que l'acide nitreux qu'il semblerait cependant devoir convertir en acide nitrique, puisqu'il change en vapeur rouge le gaz nitreux. Pour bien concevoir ces deux effets en apparence contradictoires, il faut se rappeler ici que le gaz oxigène, qui rougit et condense le gaz nitreux, n'a point d'action sur la vapeur

nitreuse, que jamais le gaz oxigène ne change le gaz nitreux en acide nitrique, mais seulement en vapeur nitreuse rutilante, c'est-à-dire en acide nitrique saturé de gaz nitreux, et que c'est pour cela qu'ayant converti en acide nitrique une portion de gaz nitreux qui dissout toute la masse de ce dernier gaz et qui en forme la vapeur rouge, le gaz oxigène ne peut plus y porter de nouvelle altération. On peut expliquer encore en un seul mot ce phénomène, en disant que le gaz nitreux a plus d'attraction pour l'acide nitrique qu'il n'en a pour l'oxigène. Le gaz acide muriatique oxigéné se comporte donc comme le gaz oxigène, soit avec le gaz nitreux, soit avec l'acide nitreux.

19. Le gaz acide muriatique oxigéné est chassé de l'eau et de ses combinaisons par le gaz acide muriatique ; c'est pour cela que souvent dans les opérations où l'on emploie plusieurs bouteilles de Woulfe pour la distillation de l'acide muriatique qu'on fait absorber par l'eau de ces bouteilles, la première qui prend d'abord une couleur jaunâtre par un peu d'acide muriatique oxigéné, formé aux dépens de la légère portion d'oxide de fer contenu dans le sel marin, devient blanche quand l'acide muriatique pur qui arrive, en chasse l'acide muriatique oxigéné ; celui-ci passe souvent dans l'eau de la seconde bouteille et la colore. C'est un effet dont aucun chimiste n'a encore rendu compte, quoiqu'on l'observe souvent dans la décomposition du sel marin, faite par l'acide sulfurique et avec l'appareil de Woulfe.

20. Les usages du gaz acide muriatique oxigéné ne sont relatifs qu'aux recherches de chimie et à quelques expériences de démonstration dans les laboratoires ; il occupe trop d'espace, son action est trop faible sur les corps colorés, et en même temps trop forte et trop désagréable sur les organes de la respiration, pour qu'on emploie cet acide sous sa forme gazeuse dans les ateliers et les manufactures. C'est dans l'état liquide

dont on va parler, qu'il sert le plus communément et dans les arts et même en chimie.

21. On a vu plus haut qu'en recevant le gaz acide muriatique oxigéné à mesure qu'il se forme dans l'eau pure et froide, à l'aide d'un vase assez grand et assez haut pour qu'elle puisse favoriser par sa pression l'absorption du gaz, on obtenait l'acide muriatique oxigéné liquide. Quand on entoure cette eau de glace, comme on le fait dans les laboratoires de chimie, non-seulement l'eau se sature du gaz, mais bientôt celui-ci se saturant d'eau, se cristallise à la surface et même au fond de ce liquide, sous la forme de lames hexaèdres d'un blanc brillant et verdâtre. Cet acide solide perd promptement son état cristallin et passe vîte à l'état de gaz, lorsqu'on expose le flacon qui le contient, sous l'acide liquide saturé, à une température un peu supérieure à celle de la glace, en sorte qu'à mesure qu'il se fond il traverse la liqueur saturée, dans laquelle il ne peut plus être fixé, et se répand au-dessus en gaz jaune verdâtre.

22. L'acide muriatique liquide concentré, ou l'eau saturée de gaz acide muriatique oxigéné est d'une pesanteur peu supérieure à celle de l'eau distillée, d'une couleur jaune verdâtre, d'une odeur forte, âcre, suffoquante, d'une saveur acerbe, âpre, astringente, épaississant tout à coup les humeurs buccales et gutturales, attaquant vivement les fosses nasales où il se porte, et ne pouvant presque pas être goûté sans danger dans cet état. On l'étend d'une grande quantité d'eau qui l'affaiblit et n'y laisse qu'une saveur acerbe désagréable, lorsqu'on veut le goûter ou le faire prendre comme remède.

23. Cet acide ne rougit pas les couleurs bleues de tournesol, de la violette, etc. mais il les détruit sur-le-champ, ainsi que la plupart des autres nuances végétales ; il n'y a que les jaunes qu'il n'attaque point : dans cet état de concentration il altère en même temps la force et la nature du tissu végétal, ainsi que celles des organes des animaux sur la couleur desquels il influe

moins d'ailleurs que sur celle des plantes. On ne peut donc l'employer dans cette force ni pour les arts du blanchiment, ni comme médicament, excepté dans quelques cas de maladies extérieures.

24. Exposé à la lumière des rayons solaires, cet acide se décompose, se décolore, laisse dégager du gaz oxigène et repasse à l'état d'acide muriatique. Il donne ainsi environ le cinquième de son volume, ou le sixième du poids de cet acide contenu dans l'eau, de gaz oxigène. On a vu que, lorsqu'il était sous forme gazeuse, la lumière ne le décomposait pas de la même manière. En le chauffant on en dégage l'acide en gaz sans le décomposer ni en séparer sensiblement de gaz oxigène.

25. Il ne se combine ni avec le gaz oxigène, ni avec le gaz azote, ni avec leurs bases, à quelque température qu'on traite ces corps, ni de quelque manière qu'on les fasse agir les uns sur les autres. A l'air il perd peu de son acide, qui s'échappe cependant, mais très-lentement, et en répandant long-temps son odeur fétide insupportable.

26. L'acide muriatique oxigéné n'exerce nulle action sur le gaz hidrogène ; il brûle l'hidrogène dans beaucoup de ses combinaisons ; il brûle le phosphore seul en aidant son action par la lumière, et on peut préparer ainsi l'acide phosphorique, mais alors il est extrêmement faible et étendu d'eau à cause du peu de dissolubilité de l'acide muriatique oxigéné. Il décompose le gaz hidrogène phosphoré dont il brûle l'hidrogène en formant une fumée blanche sans flamme, et dont il précipite le phosphore sans le brûler. Il n'agit pas sensiblement sur le soufre en morceaux et en poudre, mais il le change en acide sulfurique lorsqu'il le trouve très-divisé et dissous dans l'eau, comme il l'est, par exemple, dans les eaux sulfureuses. Il brûle complétement, et dans ses deux principes, le gaz hidrogène sulfuré ; il n'y a que le gaz acide muriatique oxigéné qui en précipite du soufre. Il ne brûle point le carbone, mais il le sépare et le précipite plutôt de ses

combinaisons, en brûlant l'hidrogène. Il n'agit point sur le gaze hidrogène carboné ni sur le diamant.

27. Il agit sur tous les métaux ; aucun ne résiste à l'influence de l'oxigène qu'il contient et qui tend à s'en séparer facilement. Voilà pourquoi il oxide et dissout l'or et le platine même, métaux si difficiles à oxider, comme je le ferai voir ailleurs. Il forme avec eux des sels ou dissolubles ou indissolubles, mais qui ne sont que des muriates, parce que son oxigène se porte d'avance sur les métaux.

28. Il s'unit facilement à l'eau qui ne fait que le délayer et l'affaiblir, sans changer sa nature et ses propriétés et en diminuant seulement un peu de leur énergie et de la promptitude de leurs effets. Voilà pourquoi on l'étend d'eau dans la plupart des ateliers et pour l'usage médicinal.

29. Il s'unit à un grand nombre d'oxides métalliques ; tantôt il les dissout et les rend volatils, tantôt il ne les dissout pas. Il en est même qui trop oxidés n'éprouvent point d'altération de sa part. Tels sont en général ceux qui convertissent l'acide muriatique en acide muriatique oxigéné. Ceux des oxides auxquels il se combine forment avec lui des sels différens des combinaisons simples d'acide muriatique, et qu'on connaît sous le nom de *muriates métalliques oxigénés*. Il en sera question en détail dans l'histoire des métaux qui sont susceptibles de les constituer.

30. L'acide muriatique oxigéné liquide ne chasse point l'acide carbonique de ses unions salines comme le fait le gaz acide muriatique oxigéné ; il est beaucoup plus faible que l'acide phosphorique ; il convertit en ce dernier l'acide phosphoreux. Il cède dans toutes ses attractions le pas à l'acide sulfurique ; comme il change le sulfureux en sulfurique, il blanchit et décolore ce dernier quand il est noir, comme le fait l'acide nitrique. Le gaz acide sulfureux approché de l'acide muriatique oxigéné forme une fumée blanche abondante qui n'a plus d'odeur et qui n'est que de l'acide sulfurique. Il n'agit

ni sur l'acide nitrique ni sur le nitreux en vapeur rouge ; il décompose le gaz nitreux et le porte à l'état d'acide nitreux, vaporeux et rutilant. Il se mêle avec l'acide muriatique ordinaire et lui communique ses propriétés. Mis en contact avec de nouveau gaz acide muriatique oxigéné, il l'absorbe à la température de quelques degrés, 2 à 4 au dessus de 0, et en lui cédant une petite portion de son eau, il le fait cristalliser.

31. Toutes les propriétés de l'acide muriatique oxigéné, soit gazeux, soit liquide, prouvent que dans cette singulière combinaison avec l'oxigène, l'acide ne tient que faiblement, qu'il tend à s'en séparer promptement et par le moindre changement d'équilibre dans les attractions, et qu'il est conséquemment susceptible de produire, avec célérité, les effets qu'opère plus lentement et avec des circonstances particulières le gaz oxigène ou l'air atmosphérique lui-même. C'est une sorte d'agent qui représente souvent pour les chimistes comme pour les arts, de l'air condensé sous un petit volume, avec lequel ils font naître dans les corps des changemens rapides que l'atmosphère ne produirait que très-lentement.

32. Les usages de cet acide commencent à être très-multipliés dans les manufactures pour blanchir une foule de substances végétales, et sur-tout de tissus divers, les vieux papiers, les estampes sales, les livres anciens et enfumés, pour enlever l'encre d'écriture, etc. On en parlera dans un grand nombre d'articles. En chimie il est devenu un réactif très-important, depuis qu'on connaît bien sa nature ou sa manière d'agir. En médecine on en a déja tiré un grand parti, et j'ose annoncer qu'il sera quelque jour un des médicamens les plus utiles qu'on puisse employer. On sait qu'il est fortement tonique ou *sténique* suivant la doctrine de Brown, qu'il augmente les forces de l'estomac et de tout le système, qu'il agit même comme spécifique dans les maladies syphilitiques, qu'il décolore l'urine et les excrémens chez ceux qui en font usage,

qu'il blanchit la peau des nègres, etc. etc. C'est une matière dont on commence à essayer l'action médicamenteuse, et dont la manière d'agir pourra conduire aux plus importantes découvertes sur la physique animale.

ARTICLE XV.

De l'acide fluorique.

1. L'acide fluorique est le second acide inconnu dans sa nature intime ou sa composition. Son nom vient de la substance naturelle, de l'espèce de sel pierreux d'où on le retire, et qu'on a long temps appelé *spath fluor*. On l'a nommé pendant quelque temps très-inproprement *acide spathique*. La dénomination nouvelle est généralement adoptée dans tous les ouvrages modernes et dans toutes les langues. La place de cet acide est très-naturellement disposée après celle de l'acide muriatique, avec lequel il a quelques analogies qui l'ont fait long temps confondre avec lui par plusieurs chimistes, et qu'il suit immédiatement d'ailleurs par l'ordre de ses attractions électives.

2. Cet acide a été découvert par Schéele en 1771. Priestley l'a beaucoup examiné dans l'état de gaz. Tous les chimistes ont depuis vérifié les travaux de ces deux hommes célèbres, et reconnu les caractères spécifiques de l'acide fluorique. Quelques-uns ont voulu prouver depuis que cet acide était, tantôt le muriatique, tantôt le sulfurique; mais leurs expériences, incertaines et inexactes en comparaison de celles de Schéele, n'ont persuadé aucun homme instruit. Ce chimiste a lui-même répondu victorieusement aux objections qu'on a faites sur l'existence de l'acide fluorique comme acide particulier. Plusieurs savans se sont occupés depuis d'appliquer les propriétés spécifiques de ce nouvel acide aux procédés des arts.

3. L'acide fluorique existe dans la nature, mais jamais seul

et libre ; il est toujours combiné avec quelques matières terreuses, et sur-tout avec de la chaux, comme on le dira ailleurs. C'est de cette combinaison naturelle qu'on le tire, qu'on l'extrait par des acides plus forts que lui : ne connaissant pas sa composition intime, on ne peut point le fabriquer. Sur sa combinaison calcaire, mise en poudre dans une cornue d'étain ou de plomb, on jette de l'acide sulfurique, ou nitrique, ou muriatique, concentrés ; on distille, en adaptant à la cornue soit un tube de plomb qui porte l'acide gazeux sous des cloches de verre pleines de mercure, soit un petit récipient de verre, dans lequel on a mis de l'eau jusqu'à la moitié de sa capacité. Dans le premier cas, on recueille, presque sans feu ou à une très-douce chaleur, le gaz acide fluorique ; dans le second, on obtient l'acide fluorique liquide. On va parler successivement des propriétés de cet acide dans les deux états.

4. Le gaz acide fluorique est invisible comme l'air. Cependant, pour peu qu'il rencontre d'humidité, il est plus ou moins nuageux ou vaporeux. Il a une odeur piquante, âcre, assez analogue à celle de l'acide muriatique, mais qu'on ne peut cependant pas dire exactement la même ; il est beaucoup plus lourd que l'air commun : on n'a point apprécié exactement sa pesanteur spécifique, vraisemblablement parce qu'on ne l'a jamais pur. Il éteint les bougies allumées, en verdissant très-sensiblement leurs flammes ; il asphixie les animaux ; il rougit les couleurs bleues végétales. Son caractère le plus distinctif, c'est qu'il corrode, dépolit et dissout le verre ; de manière que les vases les plus épais de cette matière ne peuvent pas le conserver long temps. Il est rare qu'il soit exempt de la terre qui fait la base du verre, quand bien même on le préparerait dans des vaisseaux de métal, parce que la matière d'où on le retire lui fournit souvent la terre silicée qu'elle contient.

5. La lumière est réfractée par l'acide fluorique gazeux en raison de la densité de cet acide. Le calorique le dilate, et

ne paraît pas en altérer la nature, puisqu'il passe avec toutes ses propriétés à travers un tube de porcelaine rougi au feu.

6. En contact avec le gaz oxigène, l'air atmosphérique et le gaz azote, il ne change aucune propriété de ces corps ; il ne les absorbe pas ; il n'en éprouve lui-même aucune attraction. Seulement quand ces fluides contiennent de l'eau, il l'absorbe, et forme une vapeur blanche épaisse, due non-seulement à la condensation de l'acide par l'eau, mais encore à la précipitation de la terre qu'il contient, par l'union de ce liquide. Aussi, quand on reçoit ce gaz dans l'air, il donne une fumée très-dense et très-lourde qui se précipite et se dépose sous la forme d'une poussière blanche humide à la surface de tous les corps.

7. L'hidrogène, le carbone, le phosphore, le soufre et le diamant, ainsi que les gaz hidrogènes, carboné, phosphoré et sulfuré, sont parfaitement inaltérés par le gaz acide fluorique qui n'en reçoit non plus lui-même aucune espèce de changement. Comme on a vu que la plupart des autres acides étaient décomposés par un ou plusieurs de ces corps combustibles, et que c'était ainsi qu'on avait découvert la nature de ces acides, la parfaite inaltération de l'acide fluorique par les mêmes corps n'a pas permis de connaître sa composition. Cela annonce, ou que cet acide est un corps simple, ce qui n'est pas plus vraisemblable pour lui que pour l'acide muriatique ; quoique l'état des connaissances ne permette presque pas d'autre conclusion ; ou, ce qui est plus naturel au moins par la force des analogies, que cet acide a pour radical une matière dont l'attraction pour l'oxigène est plus forte que celle d'aucun des corps combustibles connus. Au reste, cette dernière assertion est, aussi bien que la première, une véritable hypothèse ; cependant elle est plus d'accord avec tous les faits connus.

8. Aucun métal n'agit sur le gaz acide fluorique et n'en reçoit d'altération ; tous les métaux se comportent avec lui comme les autres corps combustibles, en sorte qu'ils n'en

éprouveraient aucun changement, aucune oxidation, et par conséquent aucune dissolution, si ce gaz était parfaitement sec. Mais comme il est très-avide d'eau, pour peu qu'il en recèle, il montre alors bientôt des traces d'oxidation dans ceux des métaux qui en sont le plus susceptibles, et qu'on y tient plongés.

9. L'eau soit en glace, soit liquide, absorbe facilement le gaz acide fluorique qui fond la glace et la refroidit en la liquéfiant, ou échauffe l'eau en la condensant. A mesure qu'il se liquéfie avec elle, il dépose la plus grande partie de la matière terreuse qu'il tenait en dissolution fluide élastique, et, lorsqu'on le reçoit du fond de l'eau à sa surface, il précipite des couches alongées et cylindriques de terre, qui, rangées à côté les unes des autres, imitent des tuyaux d'orgue. S'il ne touche que la surface de l'eau, il y forme une croûte solide qui se brise et se dépose. C'est par le même mécanisme qu'il dépose une sorte d'enveloppe terreuse, ou d'*habit de pierre*, comme on l'a dit, à la surface des poissons, des grenouilles, et de tous les animaux aquatiques qu'on y plonge humides, et qu'il tue avant de les recouvrir ainsi d'une sorte de tombeau. On a comparé cet effet à une pétrification, et soupçonné que cette dernière pouvait avoir lieu dans la terre par un mécanisme chimique analogue.

10. Le gaz acide fluorique est absorbé lentement par les oxides métalliques, au moins pour la plupart. Si l'on ajoute de l'eau à ces deux corps en contact, il y a une combinaison plus prompte et plus facile, et il se forme des sels métalliques particuliers qui seront indiqués dans la section consacrée à l'histoire particulière des métaux.

11. Le gaz acide fluorique déplace l'acide carbonique de la plupart de ses combinaisons. Plus faible que le sulfurique, le phosphorique, le nitrique et le muriatique, il ne les sépare pas de leurs composés ; il est au contraire séparé des siens par ces acides. Il ne change point les acides phospho-

reux, sulfureux et nitreux, quoiqu'il soit plus fort que les deux derniers qu'il dégage de leurs combinaisons; il n'a aucune action sur l'oxide nitreux ou l'oxide d'azote. Il est plus faible que quelques acides métalliques, et plus fort que plusieurs autres. Tous les faits relatifs à ces actions, comme ceux qui leur sont analogues pour les autres acides, seront indiqués aux articles des sels.

12. L'acide fluorique liquide ou uni à l'eau, présente quelques propriétés différentes de celles du même acide à l'état de gaz. Il est plus lourd que l'eau, quoiqu'on ne connaisse pas exactement le rapport de sa pesanteur; il a une saveur très-aigre et âcre, mais jamais caustique, quelque concentré qu'il soit. Il rougit les couleurs bleues végétales sans les aviver comme le muriatique. Il dépolit et ronge le verre; aussi est-on obligé de le conserver dans des flacons enduits de cire; il exhale peu de fumée, quoique l'eau en soit chargée. Il dissout moins de la terre des vaisseaux que le même acide à l'état de gaz.

13. Il est inaltérable par la lumière; le calorique le dégage aisément de l'eau, et lui fait prendre la forme gazeuse; cependant ses dernières portions y adhèrent tellement, qu'on a de la peine à leur faire perdre l'état liquide, et à les séparer de l'eau pour leur donner la fluidité élastique.

14. Il n'éprouve pas plus d'altération que le gaz acide par les corps combustibles qui n'en reçoivent non plus aucune de sa part. Il attaque beaucoup mieux les métaux que ne le fait cet acide à l'état gazeux. Son attraction pour les oxides rend l'eau très-décomposable par plusieurs de ces corps; il se dégage, pendant son action, du gaz hidrogène. L'acide dissout les métaux à mesure qu'ils se brûlent par l'oxigène de l'eau.

15. Il s'unit à l'eau en toutes proportions et perd de sa force dans le rapport de la quantité de ce liquide qu'on y ajoute. Lorsque sa pesanteur n'est plus à celle de l'eau que comme 1064 est à 1000, il ne retient plus que $\frac{1}{600}$ de terre

étrangère à sa nature, et il est aussi pur qu'il peut l'être. Il se combine aussi à plusieurs oxides métalliques, et n'agit point sur tous les autres oxides non métalliques. Il ne prend aucun caractère d'oxigénation comme le fait l'acide muriatique.

16. Les effets presque nuls et seulement relatifs à la force ou à la faiblesse de l'acide fluorique comparé aux autres acides, sont beaucoup plus prononcés et beaucoup plus sensibles avec cet acide liquide que dans son état de gaz. Il est très-notable qu'il ne présente point la même action sur l'acide nitrique que l'acide muriatique, et qu'il se distingue par là essentiellement de ce dernier. Si quelques chimistes ont annoncé qu'il agissait sur l'acide nitrique à la manière de l'acide muriatique, c'est que leur acide fluorique n'était pas pur et contenait un peu d'acide muriatique, comme Schéele l'a prouvé en 1780.

17. Quoique les usages de l'acide fluorique soient encore très-peu répandus même en chimie, on prévoit qu'ils seront quelques jours assez importans pour les arts, par la propriété qu'il a de dépolir et de dissoudre les pierres dures et le verre. Déja il a été proposé pour graver sur ces substances, comme on le fait avec l'acide nitrique sur le cuivre ; on a déja appliqué avec succès ce nouvel art à la fabrication des instrumens de météorologie et de physique.

ARTICLE XVI.

De l'acide boracique.

1. L'acide boracique est le troisième et dernier de ceux dont la nature et la composition sont encore inconnues. Son nom, comme ceux des deux précédens, est pris du sel dont on l'extrait, et qui est généralement appelé borax. On fera l'histoire de celui-ci dans la section des sels. L'acide boracique a d'abord été appelé *sel sédatif*, ensuite *acide du borax*, acide *boracin*. C'est à l'époque de la nomenclature méthodique en 1787 qu'il a reçu la dénomination qu'il porte.

2. La découverte de cet acide date de 1702. Homberg, chimiste de l'académie des sciences de Paris, le trouva et l'obtint par la sublimation d'un mélange de sulfate de fer et de borax ; il l'appela *sel volatil narcotique de vitriol* ou sel *sédatif*, et crut que le sulfate de fer nommé alors *vitriol* contribuait à sa formation. Lemery le fils trouva bientôt après qu'on pouvait l'extraire du borax par les acides nitrique et muriatique, toujours par la sublimation. Geoffroy l'obtint par la voie humide et par précipitation de la dissolution de borax mêlée aux mêmes acides, et prouva que dans le borax il était uni à la soude. Baron généralisa cette extraction par les acides les plus faibles connus alors, et conclut que cet acide était tout formé, tout contenu dans le borax. Si quelques chimistes ont cru depuis que les acides employés contribuaient à le former, les expériences multipliées qui prouvent qu'il est parfaitement identique, de quelque acide qu'on se soit servi pour l'extraire, ne laissent aucun doute à cet égard.

3. Quoique quelques faits semblent annoncer que cet acide se forme journellement dans des matières grasses décomposées spontanément, on ne sait encore rien d'exact sur sa formation. On le trouve dissous dans plusieurs eaux des lacs de Toscane ; il y a d'abord été découvert en 1776, par Hoëfer, chimiste de ce pays, et cette découverte a été confirmée depuis par plusieurs autres. C'est sur-tout dans l'eau du lac Cherchiajo près Monterotondo dans la province de Sienne, que cet acide existe assez abondamment pour qu'on puisse le convertir avec avantage en borax par la soude. Il est aussi combiné dans quelques fossiles avec des substances terreuses, comme on le fera voir dans la section des sels.

4. Pour obtenir l'acide boracique, qu'on ne fait qu'extraire du borax, on verse dans une dissolution chaude de ce sel, assez d'acide sulfurique, nitrique ou muriatique, pour donner à la liqueur un excès d'acide. Pendant le refroidissement, l'acide boracique séparé par ces derniers beaucoup plus forts que

lui, se dépose sous la forme de paillettes cristallines, brillantes, plus ou moins larges et blanches. On le lave sur un filtre avec de l'eau froide jusqu'à ce que celle-ci ait emporté tout acide étranger.

5. Ainsi préparé, l'acide boracique est en lames comme micacées, blanches, jetant presque l'éclat argenté des écailles de poisson, cristallisées en feuillets hexaèdres irréguliers, d'une saveur salée, fraîche, aigrelette ; très-légères, rougissant les couleurs bleues végétales. On distingue cet acide par l'usage, à l'aspect, au goût, à la forme et à l'onctueux comme au brillant de ses surfaces. Il retient opiniatrément une petite portion de l'acide qui a servi à le séparer du borax.

6. Il est parfaitement inaltérable à la lumière. Exposé au feu, il se fond un peu avant de rougir, sans perdre sensiblement d'eau ; sa fusion est pâteuse tant qu'il n'est pas rouge ; dans ce dernier cas il coule et se file assez bien, moins cependant que le borax. L'acide boracique ainsi fondu est dans l'état vitreux, dur, transparent, devenant un peu opaque à l'air sans en attirer l'humidité, et n'a subi aucune altération, car en le dissolvant dans l'eau chaude, il reprend sa première forme avec toutes ses propriétés par le refroidissement et la cristallisation. Cependant Cartheuser a prétendu qu'en grillant et calcinant lentement de l'acide boracique dans un vaisseau ouvert, en ayant soin de l'agiter souvent, il s'en dégageait une odeur d'acide muriatique, et qu'en le dissolvant ensuite dans l'eau on en séparait de la terre, de sorte que par des calcinations et des lessives répétées on pouvait le décomposer en vapeur muriatique et en poussière terreuse. Mais cette expérience recommencée n'a point donné le résultat attendu. On sait encore que l'acide boracique fondu en verre et dissous dans l'eau, prend au fond de cette dissolution évaporée la forme gélatineuse, et seulement à la surface celle de cristaux lamelleux.

7. L'acide boracique concret n'éprouve aucune altération, aucun changement, par le gaz oxigène, l'air commun, le

gaz azote, et il ne change non plus en aucune manière les corps combustibles, l'hidrogène, le carbone, le phosphore, le soufre, etc. de la part desquels il n'éprouve aucune espèce de modification connue. Il en est de même des gaz hidrogènes mixtes, carboné, sulfuré, etc.

8. C'est de tous les acides celui qui a le moins d'action sur les métaux et qui paraît le moins susceptible de les attaquer. Comme sa saveur et sa force de combinaison sont extrêmement peu considérables, en comparaison de la plupart des acides précédens, on conçoit pourquoi il ne favorise même que très-difficilement la décomposition de l'eau, par les métaux qui ordinairement y sont le plus disposés.

9. C'est aussi de tous les acides, si l'on en excepte les métalliques, celui qui a le moins d'attraction pour l'eau. Bouillante, elle en dissout à peine le cinquantième de son poids. A froid, elle en prend beaucoup moins; aussi l'acide se cristallise-t-il par le refroidissement de la liqueur. Quand on évapore dans des vaisseaux fermés, ou quand on distille une dissolution d'acide boracique saturée, une partie de l'acide est élevée avec l'eau en vapeur, et se cristallise dans le récipient. Cette sublimation s'arrête lorsqu'il n'y a plus d'eau; ce n'est donc qu'à la faveur de ce liquide que l'acide boracique se volatilise; il n'est ni volatil ni sublimable par lui-même, et l'on sait qu'en effet il se fond plutôt en verre qu'il ne s'évapore. La dissolution de cet acide est peu sapide; elle rougit bien la teinture de tournesol.

10. Il y a peu d'attraction entre l'acide boracique concret et le plus grand nombre des oxides métalliques; aussi ne les unit-on bien que par la voie des attractions électives doubles, comme on le verra par la suite. L'eau favorise un peu cette combinaison immédiate. On parlera ailleurs de ce genre de sels métalliques.

11. Plus faible que la plupart des acides, on a vu qu'il était dégagé par eux de ses combinaisons. Ses attractions cependant par rapport à celles des autres acides varient suivant

la température ; car, par la voie sèche à chaud, et sur-tout par la chaleur rouge, il chasse souvent de leurs composés les acides qui le séparent lui-même des siens à froid et par la voie humide. Il paraît susceptible d'éprouver quelque altération encore inconnue de la part de l'acide sulfurique, de l'acide nitrique et de l'acide muriatique oxigéné, puisque chauffé avec ces acides, il leur enlève une portion de leur oxigène et les désacidifie en partie. Il paraît être susceptible de s'oxigéner lui-même, mais on n'a point déterminé ce qui lui arrive dans cet état.

12. Les propriétés indiquées dans cet article sur l'acide boracique prouvent qu'il diffère de tous les autres. Celui dont il se rapproche le plus est le phosphorique à cause de sa fixité et de sa vitrescibilité. Il ne jouit d'ailleurs que dans un degré très-faible de cette propriété d'attirer et d'être attiré, qui est si remarquable et si énergique dans presque tous les précédens. Presque insipide, presque indissoluble dans l'eau, altérant bien légèrement les couleurs bleues, on doit le regarder comme le dernier des acides.

13. Sans connaître par aucun fait positif la nature de l'acide boracique, quelques chimistes modernes le regardent ainsi que les acides muriatique et fluorique, comme un composé d'un radical inconnu et d'oxigène ; ils pensent que s'il n'a pas été décomposé, c'est parce que son radical tient au principe acidifiant avec une force qu'aucun autre corps ne peut vaincre. D'autres soupçonnent que cet acide ne contient point d'oxigène, qu'avec les deux précédens et quelques autres dont il sera question par la suite il constitue un genre particulier de corps acides, non brûlés, non oxigénés. Ces deux opinions ne sont que des hypothèses également dénuées de faits qui puissent leur servir de preuves ; la première, d'après toutes les analogies qu'il est permis de recueillir dans l'état actuel des connaissances chimiques, paraît cependant beaucoup plus vraisemblable que la seconde.

14. L'acide boracique est souvent employé en chimie, non

comme réactif ou instrument pour connaître la nature des autres corps, car ses attractions sont trop faibles et son action trop peu énergique pour qu'il puisse servir à cet usage, mais pour connaître ses combinaisons propres et les composés auxquels il donne naissance. On l'a cru long temps sédatif ou calmant ; le nom qu'il a d'abord porté tenait à cette opinion ; mais il est aujourd'hui reconnu qu'il n'est pas propre à remplir cette indication. Dans les arts de l'orfèvre et du joaillier il peut servir comme le borax, pour aider la fusion, entretenir le ramollissement, et recouvrir les surfaces des petites pièces d'or ou d'argent que l'on soude ; mais le borax présente plus d'avantages, et mérite d'être préféré comme plus facile d'ailleurs à se procurer. L'acide boracique sert encore aux minéralogistes pour favoriser la fusion des fragmens de pierres qu'ils traitent au chalumeau. La manière même dont il opère la fusion ou la vitrification, la couleur qu'il prend, la forme qu'il affecte fournissent autant de caractères utiles à la reconnaissance et à la classification des fossiles. Quand la nature de cet acide sera connue, il rendra bien plus de services aux arts, et il contribuera davantage aux progrès de la science.

15. Je viens d'apprendre, en floréal an 7, du citoyen Fabroni, physicien de Florence, qu'il le regarde, d'après des recherches qui lui sont particulières, comme une modification de l'acide muriatique ; qu'on peut le fabriquer entièrement avec cet acide ; que l'acide boracique se forme vraisemblablement par la naissance même de cette modification muriatique dans l'eau des lacs de Toscane. Mais je ne connais encore ni les faits sur lesquels repose cette opinion, ni les expériences par lesquelles le citoyen Fabroni pense l'avoir établie. J'ai cru devoir consigner seulement ce fait ici, à raison de la confiance que m'inspirent les grandes lumières et la véracité de cet habile physicien.

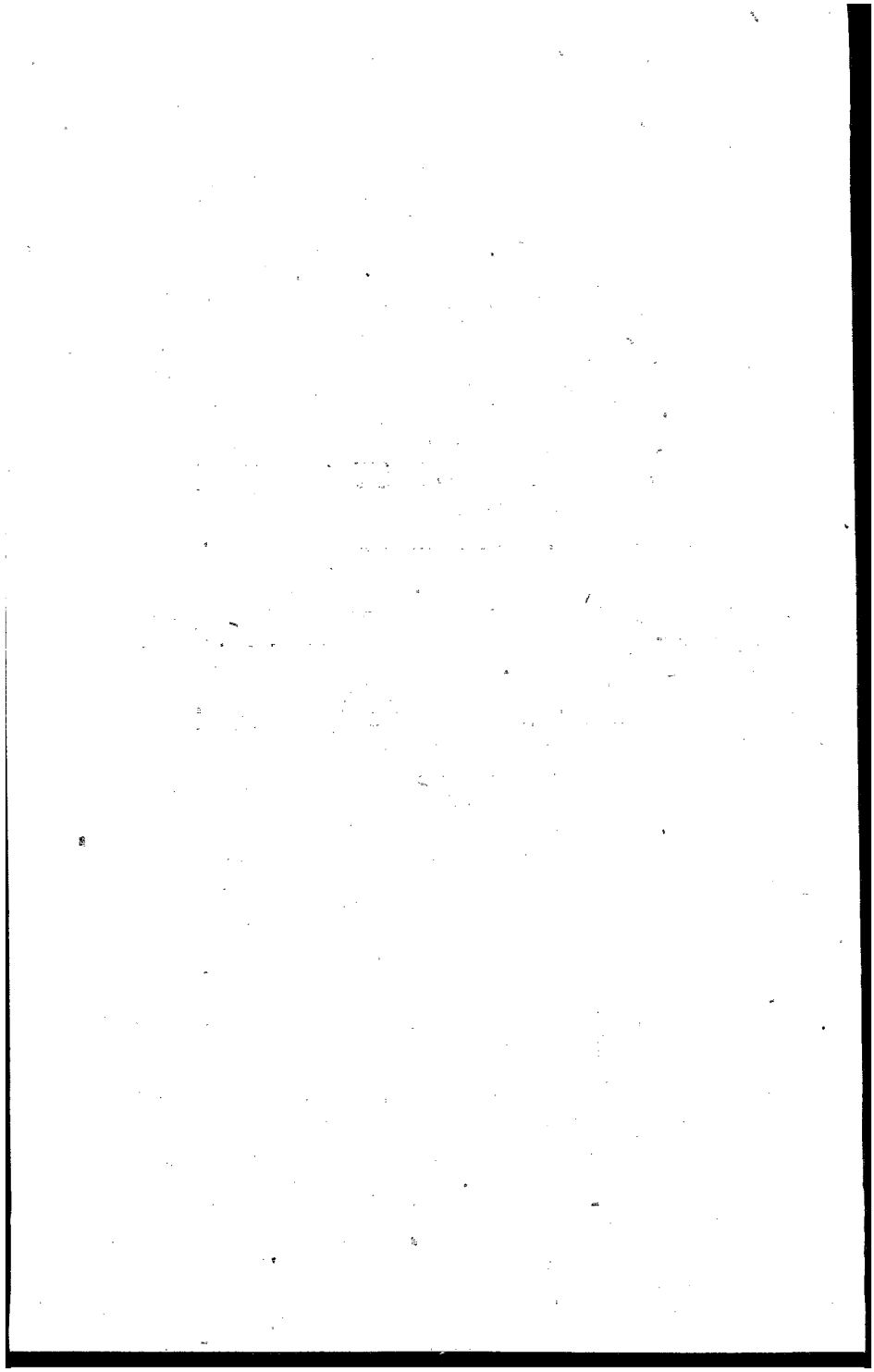
SYSTÊME

DES

CONNAISSANCES CHIMIQUES.

QUATRIÈME SECTION.

BASES SALIFIABLES.



QUATRIEME SECTION.

Des bases salifiables terreuses et alcalines.

ARTICLE PREMIER.

Des bases salifiables en général ; de leur classification ; de celle des terres en particulier.

1. J'APPELLE bases salifiables des matières qui, n'étant ni des corps combustibles ni des substances brûlées, ont la propriété de s'unir plus ou moins facilement, plus ou moins fortement à ces dernières, et de les convertir en sels. Le nom de *bases* leur convient en général, parce qu'elles fixent en quelque sorte les acides, qu'elles leur ôtent ou rendent nulle la volatilité des plus évaporables, qu'elles masquent, enveloppent et détruisent par leur union les caractères acides, et déterminent, par leur combinaison avec ces corps, les espèces des sels. La dénomination de *salifiables*, employée d'abord par Lavoisier, et que j'ai adoptée d'après lui, désigne qu'ainsi combinées avec les acides, elles forment les sels proprement dits, et semblent, d'après cela, en constituer l'essence.

2. Les bases salifiables sont de deux genres. Les unes sont désignées par le nom de terres ; les autres, par celui d'alcalis. Il ne sera question, dans cet article, que des terres considérées en général ou dans l'ensemble de leurs propriétés génériques. Le nom de terre, donné d'abord à notre globe, a été appliqué par les chimistes à toute substance sèche, insipide, aride, infusible au feu, indissoluble dans l'eau, qui semblait, par

ces caractères, représenter la stabilité, l'inaltérabilité du globe lui-même, appartenir de plus près à sa formation, et devoir faire partie de sa masse. Ainsi le mot terre, en rappelant l'idée du globe terrestre, indique que tout corps de ce nom se rapproche de la solidité, de la permanence de la terre, qu'il participe à ses propriétés, et semble lui appartenir.

3. Les chimistes ont cru long temps qu'il y avait une terre primitive élémentaire, origine et source commune de toutes les autres, faisant la base solide de tout le globe, jouissant au plus haut degré de ce caractère d'inaltérabilité et de sécheresse qu'ils attribuaient à la terre en général, et dont ils admettaient ainsi l'existence dans tous les corps secs et insipides qui se rapprochaient plus ou moins d'elle. On chercha ensuite à quelle matière proprement dite on pourrait plus particulièrement appliquer ces propriétés; et on crut les rencontrer au plus haut point dans celle qu'on a d'abord nommée *vitrifiable*, parce qu'elle a spécialement la qualité de se fondre en verre, à l'aide des alcalis : c'est la terre du cristal de roche, des cailloux, etc.

4. Mais, à mesure que l'art de l'analyse fit des progrès, et qu'il s'étendit sur un plus grand nombre de fossiles et de corps plus ou moins terreux, on reconnut que le nombre des terres allait en croissant; qu'on en rencontrait plusieurs très-différentes les unes des autres, ayant presqu'un égal droit à être regardée comme primitives. Ensuite on découvrit que plusieurs avaient moins d'insipidité, d'inaltérabilité, d'indissolubilité que les autres, et qu'il en était quelques-unes dont la saveur et les autres propriétés semblaient les rapprocher des matières alcalines.

5. Il semble même que la nature, en contrariant les premières conceptions des chimistes, ait voulu, par l'accroissement de leurs richesses et l'agrandissement de leurs découvertes, les forcer de rejeter absolument l'idée d'un principe ou d'un élément terreux, en leur apprenant, d'une part, que

la prétendue terre vitrifiable qu'ils qualifiaient autrefois de ce titre d'élément, et qu'ils regardaient comme la cause de l'inaltérabilité d'une foule de corps, n'existait pas dans ces corps eux-mêmes ; qu'elle entrait souvent, au contraire, dans la composition des matières, dont les propriétés, fort éloignées de celles qu'ils lui attribuaient, n'en auraient pas fait soupçonner la présence.

6. Plus la science fait de progrès dans la connaissance des minéraux, et plus le nombre des terres augmente pour les chimistes ; plus aussi les premières hypothèses sur une terre primitive, sur l'élément terreux, perdent de leur force et de leur vraisemblance. Il résulte de là que les idées actuelles sur les matières terreuses sont extrêmement différentes de celles qu'on avait autrefois ; qu'au lieu de regarder quelques terres comme des modifications d'un prétendu principe terreux primitif, on se contente de les comparer toutes, de reconnaître leurs différences, de déterminer avec soin leurs propriétés distinctives ; qu'on est convaincu qu'elles n'ont que quelques rapports de qualités, mais non de nature ou de composition entre elles ; enfin qu'ignorant également, et la différence, et le nombre, et la proportion des principes qui constituent chacune d'elles, on s'occupe plutôt de rechercher leurs attractions, leurs caractères spécifiques, qu'à créer des hypothèses sur leur origine et leurs analogies intimes.

7. Dans l'état actuel de nos connaissances, je distingue six espèces de matières terreuses. Quelques chimistes en admettent aujourd'hui huit espèces ; mais deux d'entre elles sont de véritables alcalis, et je les rapporte à cet ordre de corps, comme je le ferai voir. Il en est même plusieurs autres qu'on croyait avoir indiquées comme des terres nouvelles, et que, peu de temps après, on a reconnues pour des mélanges ou des combinaisons de quelques-unes de ces terres entre elles. C'est en analysant avec soin les pierres, par des procédés et des moyens inconnus à la chimie ancienne, qu'on a fait ces dé-

couvertes importantes. De ces six terres bien distinctes et bien déterminées, les anciens n'en avaient distingué que deux. Le plus grand nombre des quatre autres sont le fruit des travaux des chimistes modernes, et sur-tout de Bergman, de Schéele, de M. Klaproth et du citoyen Vauquelin.

8. Parmi les six terres bien distinguées par leurs propriétés particulières ou leurs caractères spécifiques, il y en a qui jouissent des caractères terreux dans un degré plus éminent; d'autres se rapprochent des substances alcalines. On peut désigner les premières par l'expression de *terres pures*, *terres arides*, ou de terres proprement dites; et les secondes, par celles de *terres alcalines*. Celles-ci ont souvent été nommées substances *salino-terreuses*, *terres-salines*, *alcalis-terreux*. C'est avec ces dernières terres que sont rangées, par quelques modernes, les deux espèces que je rapporte aux alcalis proprement dits.

9. Il y a quatre terres pures, arides, insipides ou peu sapides, peu altérables au feu, indissolubles ou presque indissolubles dans l'eau; en un mot, des terres proprement dites. Ces quatre espèces premières, en quelque sorte, sont la *silice*, l'*alumine*, la *zircône* et la *glucine*. Il y a deux terres alcalines, c'est-à-dire, sapides à la manière des alcalis, quoique jamais si âcres qu'eux; verdissant plusieurs couleurs bleues végétales, plus ou moins dissolubles dans l'eau. Ces deux espèces ont reçu le nom de *magnésie* et de *chaux*.

10. La disposition respective des six terres dans l'ordre indiqué, ordre qui sera suivi dans l'examen successif de chacune de leurs espèces, commence par celles qui jouissent du caractère terreux le plus marqué, et conduit à celles qui en présentent d'alcalines. Quant à celles-ci, je les ai placées d'après leur force d'attraction générale pour les acides : la magnésie, comme la plus faiblement attirée par eux; et la chaux, comme la plus fortement attirée. Cet ordre est l'inverse de celui que j'ai adopté dans les sections précédentes; je le suis pour établir un passage naturel entre les terres et les alcalis,

pour les disposer graduellement depuis la plus faible comme alcali et la plus terreuse en quelque sorte, qui est la silice, jusqu'à la plus alcaline, et par conséquent la moins terreuse, qui est la chaux.

11. Toutes ces six matières terreuses existent dans des composés naturels, le plus souvent pierreux ou salins, d'où on les extrait par l'art chimique. Aucune n'est encore connue dans ses principes ou sa composition; et, quoique la nature paraisse les former continuellement autour de nous, et peut-être même avec les propres matériaux de nos corps pendant notre vie, on n'a jusqu'à présent aucune notion sur leurs principes, et on ne peut en produire artificiellement la plus légère parcelle. Il semblerait donc que j'aurais dû placer ces substances dans les sections des corps simples ou indécomposés; mais tout annonce qu'elles ne sont pas des êtres véritablement simples; qu'on est sur le point d'en obtenir la décomposition, et qu'elles n'ont point cet ordre de simplicité qu'on remarque dans les matières rapportées à la seconde section de cet ouvrage. D'ailleurs, c'est après les acides qu'il est naturel et nécessaire de placer les bases salifiables, puisqu'elles ont tant de disposition à s'y unir; qu'elles forment avec eux des composés très-importans, dont il faut examiner les propriétés immédiatement après les leurs, et qui deviennent de nouveaux instrumens d'analyse.

ARTICLE II.

De la silice.

1. La silice, dont le nom est pris du mot silex, passé depuis long temps de la langue latine dans la française, a porté, à différentes époques, des noms relatifs à ses propriétés ou à leur origine. On l'a nommée autrefois *terre vitrifiable*, parce qu'elle a éminemment la propriété de se fondre en

verre transparent et solide, à l'aide des alcalis fixes. On a substitué à ce premier nom celui de *terre quartzeuse*, lorsque le principal genre de pierre, où elle est abondamment contenue, fut désigné sous le mot générique de quartz. Les mots *terre siliceuse*, *terre silicée*, sont encore les synonymes les plus fréquens, comme les adjectifs naturellement dérivés du mot *silice*.

2. La silice, une des terres les plus abondantes, fait la base des pierres les plus dures qui paraissent constituer le noyau du globe. C'est pour cela qu'on l'a regardée comme la terre primitive, élémentaire, et en quelque sorte comme la terre par excellence. On la trouve dans le cristal de roche, les quartz, les silex, les agates, les jaspes, les grès, dont elle forme la base, et dans beaucoup d'autres pierres dont elle fait un des principes constituans, et où elle est combinée avec d'autres terres.

3. La nature n'offre jamais la silice assez pure pour que les chimistes puissent l'employer comme telle dans leurs opérations; il est rare même qu'elle le soit assez pour servir aux procédés des arts. Quelques sables fins et presque purement quartzeux, séparés des corps étrangers qui y sont mêlés avec la silice, à l'aide du lavage et de l'action des acides, peuvent remplir les conditions exigées dans plusieurs manufactures, et sur-tout dans les verreries et les poteries. Mais le sable ou la terre silicée la plus appropriée aux usages de ces arts n'étant encore que des fragmens de quartz, de cristaux de roche roulés ou usés, et contenant dans leur composition intime une combinaison de silice et d'alumine, ou même d'autres substances terreuses, ce n'est pas dans cette substance telle qu'elle sort des mains de la nature, que les chimistes trouvent la silice pure; ils sont obligés d'avoir recours à différens procédés pour la purifier.

4. Avant les analyses des modernes, et sur-tout de Schéele et de M. Klaproth, on se contentait de diviser et de pulvériser

les pierres scintillantes, le quartz et les silex les plus purs, pour se procurer la terre vitrifiable. On faisait rougir ces pierres au feu, on les plongeait dans l'eau froide. Après les avoir ainsi fendillées et *étonnées* par ce changement subit de température, on les brisait et on les broyait dans des mortiers d'agate ou de silex, à l'aide d'un peu d'eau; on passait cette poussière à travers des tamis de soie, et on s'en servait comme de terre silicée pure : mais il est évident que ce n'était là qu'une pierre en poudre, et que la silice n'y était pas, à beaucoup près, dans l'état de pureté que les analyses actuelles exigent. Aujourd'hui, c'est par des procédés plus compliqués, mais aussi plus sûrs, qu'on prépare la silice pour les usages chimiques. C'est à l'aide de la fusion avec les alcalis fixes, et après l'avoir séparée de ces matières qui la dissolvent par le moyen des acides qui la précipitent, qu'on obtient la silice pure. On reviendra sur ce procédé aux articles des alcalis fixes.

5. La silice préparée par les procédés indiqués est sous la forme d'une poussière blanche, très-fine, sans saveur et sans odeur, dont les dernières molécules sont rudes et dures au toucher. Quand on la frotte entre les doigts, elle raye et use l'épiderme, sans y adhérer. Quand on en goûte, elle est rude et sèche sur la langue.

6. La lumière ne lui fait éprouver aucune altération. Un des principaux caractères de cette terre, c'est d'être parfaitement inaltérable par le calorique, quelle que soit la quantité de ce corps qu'on y accumule. On la regarde comme la substance la plus *apyre* qui existe. Elle laisse passer très-facilement le calorique à travers ses molécules, s'en pénètre, et le laisse exhaler promptement : sa capacité pour cette matière est très-faible.

7. La silice n'a aucune attraction pour l'oxigène ni pour l'azote; elle ne les enlève à aucun corps et ne les altère dans aucune de leurs propriétés, lorsqu'on l'expose au contact des

gaz oxigène et azote : aussi ne change-t-elle point par le contact de l'air, et n'en attire-t-elle aucun principe.

8. Elle n'a non plus aucune attraction pour les corps combustibles simples ; son action est nulle sur l'hidrogène, le carbone, le phosphore, le soufre, ainsi que sur les gaz hidrogènes carboné, phosphoré et sulfuré. Moins dure que le diamant, lorsque ses molécules sont réunies en un agrégé pierreux, elle se laisse user et couper par ce corps. Elle agit mécaniquement sur les métaux, comme le diamant agit sur elle. Quand on la frotte sur des surfaces métalliques, elle les raye, les use, les sillonne ; et si elle est en molécules très-fines, les sillons très-fins et très-multipliés qu'elle forme sur ces surfaces, les renouvellent entièrement et les rendent très-brillantes. Voilà pourquoi on l'emploie pour nettoyer les métaux et leur donner du poli. Au-delà de ces actions mécaniques et réciproques, il n'y a aucune attraction entre la silice, le diamant et les métaux.

9. Quoiqu'on ait coutume de regarder en général, dans les laboratoires de chimie, l'action de l'eau comme nulle sur la silice, ce qui est vrai lorsque celle-ci est en molécules un peu grosses et jouit de quelque agrégation, cette terre est cependant susceptible de contracter une assez forte adhérence avec l'eau, pourvu qu'elle ait été auparavant extrêmement divisée et atténuée, comme elle l'est ordinairement dans les fusions et les dissolutions qu'on lui fait subir : alors elle forme avec l'eau liquide une gelée transparente ; elle s'y dissout même entièrement, ou au moins elle y demeure long temps suspendue, ainsi qu'on aura occasion de le faire plusieurs fois remarquer. La nature dissout certainement la silice, même en grande quantité, par des procédés qui nous sont encore inconnus. C'est ainsi que se forment en général les cristaux siliceux, les stalactites, les incrustations, les dépôts de la même nature ; c'est ainsi que, suivant la remarque de Bergman, l'eau de la fontaine bouillante de Geyser en Islande, après avoir

jailli à près de trente mètres dans l'air, dépose en tombant une si grande quantité de terre silicée, qu'elle forme autour de son bassin une sorte de coupe solide qui le surmonte et l'enveloppe. L'adhérence de l'eau pour la silice, divisée par les opérations chimiques dans lesquelles elle prend la forme de gelée, ne se rompt qu'à l'aide des attractions plus fortes : aussi cette gelée silicée, bien séchée par une longue exposition à l'air, perd 0,28 de son poids lorsqu'on l'expose à la température qui fait rougir l'argent.

10. La silice contracte des unions avec la plupart des oxides métalliques. Les uns s'y combinent ou au moins y adhèrent plus ou moins fortement, à l'aide d'un peu d'eau et par la voie humide : telle est la théorie de la solidité ajoutée aux mortiers ou cimens siliceux par l'oxide de fer ; les autres, et le plus grand nombre, ne s'y unissent que par la voie sèche et à l'aide de la fusion. Le calorique, en favorisant ces combinaisons, montre les oxides métalliques comme fondans de la silice. Il résulte en général de ces vitrifications des frittes ou des émaux durs et colorés ; il en sera question en détail dans l'histoire de chaque métal en particulier : on observera seulement ici que ces combinaisons vitreuses et colorées d'oxides métalliques et de silice, employés dans les arts du verrier et de l'émailleur, emportent toujours la nécessité de l'emploi des fondans alcalins ; ce qui annonce que leur fusibilité, trop faible par elle-même, a besoin d'être aidée par les alcalis fixes.

11. L'indissolubilité dans les acides était, il y a quelques années encore, un des caractères les plus marqués et les plus distinctifs de la terre silicée ; mais la science a beaucoup acquis sur ce point, depuis que l'art d'analyser les pierres dures est devenu l'un des simples et des plus exercés dans les laboratoires des chimistes modernes. On a trouvé d'abord que l'acide phosphorique et l'acide boracique s'unissaient avec la silice par la fusion ; on a découvert ensuite que l'acide fluo-

rique la dissolvait même dans l'état de gaz, et lui faisait partager son invisibilité sous la forme aérienne. Enfin les chimistes exercés à traiter les pierres dures pour en faire l'examen et l'analyse, ont remarqué que la silice divisée par les fondans alcalins, restait suspendue et même souvent dissoute dans les acides qu'on employait pour la précipiter, et qu'on ne pouvait l'en séparer qu'en faisant évaporer jusqu'à siccité les liqueurs qui la tenaient en suspension. C'est surtout à l'acide muriatique que cette propriété dissolvante, par rapport à la silice, appartient le plus sensiblement. Cependant ses combinaisons avec les acides, si l'on en excepte le fluorique, sont peu permanentes. Une fois dissoute ou suspendue dans ces corps liquides, elle s'en sépare facilement lorsqu'on vient à les évaporer; le lien de leur union est promptement rompu par la présence du calorique.

12. Quoique la silice ne soit jamais pure dans les produits naturels, les usages auxquels elle est particulièrement destinée, soit par la nature, soit par l'art, tenant spécialement aux propriétés de cette terre, et ne pouvant pas être remplis par d'autres substances terrestres, c'est à son article que doit être placé ce qui concerne ces usages. Dans la nature, les pierres silicées sont manifestement destinées à former la base solide du globe, à constituer les montagnes primitives, à leur donner cette longue inaltérabilité qui les rend témoins inattaquables des bouleversemens et des révolutions successives qu'éprouvent les couches de la terre : les lieux où la terre silicée est rassemblée sous la forme de sable, présentent l'image et produisent l'effet de la sécheresse et de l'indissolubilité. Dans les plaines quelquefois immenses qu'elle forme, les vents la transportent souvent d'un lieu dans un autre et l'accumulent en montagnes mobiles. Les eaux la roulent continuellement des montagnes dans les vallées; le mouvement qu'elles lui communiquent en use et en polit les molécules, en sorte qu'elles finissent par être arrondies et si glissantes qu'elles représentent des espèces

de liquides. Perpétuellement apportée dans les parties les plus basses du globe, la silice y forme le fond des mers, des fleuves, des rivières et des ruisseaux, et comme elle laisse facilement passer l'eau qui n'agit que difficilement sur elle, elle purifie ou plutôt clarifie ce liquide dont en général on estime d'autant plus la qualité, qu'il a séjourné plus long temps sur des terres silicées, ou qu'il en a traversé de plus grandes couches.

13. Dans les arts, les usages de la silice semblent être encore plus multipliés et plus variés qu'ils ne le sont dans la nature. Sous la forme de sable fin, l'art la répand sur le sol pierreux ou mollasse pour en adoucir la rudesse, ou en dessécher la surface; il la place aussi au fond des fontaines ou des réservoirs d'eau pour la filtrer et la priver des divers corps étrangers qui la troublent. La dureté de ses molécules la fait employer dans l'état de sablon, pour nettoyer, ou, comme on le dit, récurer les vases et les ustensiles métalliques. Mêlée avec une quantité plus ou moins grande d'argile, elle devient pour les fondeurs en métaux, un des matériaux les plus utiles de leur art, en faisant la base des moules où ils coulent les métaux sous toutes les formes possibles, depuis les statues, les cylindres, les volans les plus volumineux, jusqu'aux cloux de fonte les plus petits et les plus difficiles à modeler. C'est encore la silice, sous la forme de sable, de gravier, de petits cailloux qui fait la base des mortiers et des cimens les plus durables et les plus solides dont les fragmens sont liés par des pâtes de chaux et d'argile. On la fait entrer en quantité plus ou moins grande, sous des formes et en des états variés, dans toutes les poteries de grès, de faïence, de porcelaine, et elle leur donne les qualités réfractaires qui la caractérisent. Sous ce point de vue, la silice est une des matières les plus importantes pour les chimistes. Enfin cette terre est encore la véritable base de l'art de la verrerie, puisque, d'une part, elle entre dans la fabrication nécessaire des fours et des creusets, et que, de l'autre, elle forme une des matières premières du verre, dont elle déter-

mine les principales propriétés suivant sa nature et sa proportion.

14. La silice bien pure n'existe que dans les laboratoires de chimie, où elle sert aux démonstrations et à des expériences sur les diverses propriétés des corps. Elle devient alors entre les mains du chimiste, tantôt le sujet propre de ses travaux, tantôt l'instrument de ses recherches. Dans celles-ci elle lui sert à déterminer la nature ou les propriétés caractéristiques d'autres substances, sur-tout celles des alcalis fixes, de quelques acides, de plusieurs sels, comme on le verra en détail dans beaucoup d'articles suivans. On s'en sert également dans le traitement docimastique de quelques mines.

ARTICLE III.

De l'alumine.

1. L'alumine tire son nom de celui de l'alun; c'est du génitif latin *aluminis* qu'est dérivé, comme on le sent, le mot alumine; la raison de cette dénomination est fondée sur ce que cette terre, qui fait la base du sel composé nommé alun, *alumen*, n'est pure que dans cette combinaison, et ne peut être extraite pure que de ce sel. On la nommait autrefois argile, ou terre argileuse; mais ces noms doivent être réservés pour les mélanges terreux naturels auxquels ils doivent appartenir, et qu'ils doivent désigner exclusivement.

2. L'alumine a été long temps confondue avec la terre calcaire dans ses combinaisons salines. Pott et Margraff sont les premiers qui l'ont distinguée et qui ont remarqué qu'elle ne donnait point de chaux par la calcination. Baron et Geoffroy l'ont comparée à une terre métallique. En 1739, Hellot a déterminé d'une manière positive que la base de l'alun séparée de ce sel par un alcali étoit de l'argile pure. Macquer, en 1758 et 1762, en a fait connaître dans plusieurs mémoires insérés

parmi ceux de l'académie des sciences, la plupart des propriétés distinctives et caractéristiques. Le cit. Baumé, dans un grand travail sur les argiles, a prétendu que cette terre contenait toujours de l'acide sulfurique qui était essentiel à sa nature, et qu'il existait une grande analogie entre la terre silicée, l'argile et la matière gypseuse. Ces dernières idées ont bientôt été reconnues pour des erreurs par les travaux de Bergman et de Schéele. Buffon regardait l'argile comme de la silice atténuée et comme pourrie par l'eau, l'air et le soleil. Aujourd'hui tous les chimistes, en reconnaissant l'alumine pour une terre particulière, n'admettent plus ni ces analogies forcées, ni ces conversions hypothétiques des terres les unes dans les autres, et sont convaincus que ces prétendues transmutations étaient fondées sur des expériences illusoires, mal faites, ou sur des observations inexactes ou controuvées.

3. Quoiqu'on trouve très-fréquemment et très-abondamment l'alumine dans la nature, elle ne s'y rencontre jamais assez pure pour être employée aux expériences de chimie, et comme il est impossible d'amener les argiles à l'état d'alumine par des procédés simples, on a préféré de l'extraire de l'alun, en décomposant ce sel par des alcalis. La base de l'alun, séparée de l'acide sulfurique par les alcalis, se précipite dans l'eau qui tenait auparavant ce sel en dissolution; on la lave avec une grande quantité d'eau pure, froide et bouillante qu'on agite long temps avec elle pour la bien dessaler; on la fait sécher à l'air, et c'est l'alumine pure des laboratoires. Il est très-difficile de la dépouiller entièrement d'alcali.

4. L'alumine, obtenue par ce procédé, est en fragmens friables, ou en poussière blanche, très-fine, douce et comme onctueuse sous le doigt qui l'use en la frottant, sans saveur déterminée; elle se colle et s'applique étroitement à la langue et au palais, elle les dessèche, les resserre, en exprime, en attire les liquides, et y produit un effet légèrement styptique. C'est ce qu'on nomme *goût terreux*, *saveur terreuse*, parce que c'est celle que

l'on éprouve le plus souvent en portant à la bouche une terre qui contient assez d'alumine dans son mélange pour que cette saveur y soit très-sensible.

5. Il y a aussi une odeur particulière dans cette terre, lorsqu'elle est humectée, ou lorsqu'on la délaie dans l'eau ; cette odeur est si marquée qu'il suffit, pour la développer, de souffler ou d'exhaler l'air humide et chaud des poumons sur l'alumine sèche. C'est sa présence qui donne cette propriété à toutes les argiles, à toutes les terres-glaises dont la nature et le caractère, quand ils ne seraient pas faciles à déterminer par d'autres moyens, se décèleraient ainsi d'une manière rarement équivoque.

6. La silice la plus pure que présentent les sables, y est transparente et cristalline; l'alumine au contraire paraît être opaque dans ses dernières molécules, et communiquer cette propriété aux pierres où elle entre en grande quantité. Si quelques-unes de celles-ci sont transparentes, leur transparence est bien éloignée de celle des pierres silicées. L'alumine donne encore aux terres, et même aux pierres dont elle fait partie, une disposition de lames ou de feuillets minces appliqués les uns sur les autres, comme on le voit dans les marnes, les schistes, les terres à foulon. Jamais elle ne prend, par sa simple agrégation, une dureté semblable à celle des pierres silicées ; elle n'a pas, dans le plus grand nombre de ses combinaisons naturelles, la propriété d'étinceller par le choc du briquet. Le saphir où M. Klaproth a trouvé 0,98 d'alumine, fait exception à cette règle par son excessive dureté et sa belle transparence, tandis que quelques calcédoines, comme le citoyen Vauquelin l'a reconnu, exhalent dans leur trituration une odeur alumineuse, sans contenir cependant d'alumine : mais quelques exceptions rares ne détruisent pas une règle générale.

7. L'alumine est entièrement inaltérable par le contact de la lumière qu'elle réfléchit toute entière. Le calorique exerce sur l'alumine une action forte, lorsqu'on l'y accumule rapi-

dement et en grande quantité, comme avec la flamme du chalumeau, animée de gaz oxigène, elle se pénètre de lumière, se ramollit et se fond sans prendre la forme de globule; refroidie, elle offre une fritte opaque, hérissée ou ramifiée comme un bois de cerf, suivant l'expression de Lavoisier, d'une couleur verte sale, assez dure pour rayer le verre. Les verres ardens ne produisent pas les mêmes effets. Lorsqu'on expose à de grands feux de fourneaux l'alumine un peu humectée ou réduite en pâte, elle perd à peu près l'eau qu'elle contenait, se resserre sur elle-même, se dessèche, se ramollit, éprouve une demi-vitrification; refroidie, on trouve qu'elle a acquis une dureté et une agrégation bien plus fortes que celles qu'elle avoit auparavant. Elle semble avoir pris les caractères de la silice, puisqu'elle est devenue capable de faire feu avec le briquet; mais sa nature n'est pas changée. Cette propriété de se resserrer et de se durcir, qu'on nomme cuisson, est la base de l'art des diverses poteries.

8. L'oxigène et l'azote n'ont aucune action sur l'alumine, et elle n'influe en aucune maniere sur ces deux corps à l'état de gaz, non plus que sur l'air atmosphérique, auquel elle n'enlève qu'un peu d'eau, lorsqu'elle est bien sèche, et à la longue de l'acide carbonique.

9. Il n'y a nulle attraction connue entre l'hidrogène et l'alumine; le gaz hidrogène n'est ni absorbé, ni altéré par cette terre. Elle en a peu, et ne contracte point d'union avec le phosphore. Elle ne s'unit au soufre que lorsque ces deux corps sont en contact dans un très-grand état de division, comme lorsqu'on décompose le sulfate d'alumine par le charbon. Alors il se forme un sulfure d'alumine qu'on ne peut pas faire immédiatement en chauffant le soufre et cette terre, soit par la voie sèche, soit par la voie humide. Les propriétés remarquables de ce sulfure spontanément inflammable à l'air, et nommé pyrophore lorsqu'il contient de la potasse et du carbone très-divisé, seront exposées dans l'histoire de l'alun qui sert à le former.

10. Le carbone, le diamant et les autres métaux ne paraissent

pas susceptibles de s'unir directement avec l'alumine. On trouve cependant le carbone combiné avec cette terre dans un assez grand nombre de fossiles bitumineux. Ce composé naturel comprend les charbons de terre secs, non fusibles, qui ne donnent pas d'huile par la distillation, et qu'on distingue soigneusement des vraies houilles par les propriétés. Mais ils ne sont pas de simples et pures combinaisons d'alumine et de carbone; on y trouve encore de la silice, du fer et plusieurs autres substances : on les nomme anthracites.

11. L'alumine a beaucoup plus d'attraction pour les oxides et les acides que la silice. Elle exerce une action très-marquée sur l'eau. Lorsque cette terre est sèche, elle absorbe rapidement l'eau liquide et la laisse pénétrer dans ses pores jusqu'à ce qu'ils soient en quelque sorte saturés. Si l'on en ajoute davantage, elle se ramollit, devient pâteuse et ductile. On peut alors la pétrir, la mouler, la tourner, lui donner les formes qu'on desire, et c'est là une des bases de tous les arts de poterie. Une portion de cette eau qu'on a mêlée avec l'alumine pour en former une pâte, s'échappe et se volatilise dans l'air. Les pièces, de molles qu'elles étaient d'abord, deviennent sèches et cassantes. Si le dessèchement est trop rapide, l'alumine se fendille, se gerce, se sépare en feuillets, ou se fend en espèces de prismes analogues à ceux des basaltes. Dans la cuisson des pâtes d'argile, en ne poussant même le feu que jusqu'à la température qui fait rougir l'argent, l'alumine perd jusqu'à 0,46 de son poids, d'où il suit qu'elle contenait près de la moitié de son poids d'eau; car les chimistes savent que tenue rouge, même pendant long temps, cette terre ne cède que très-difficilement les dernières portions d'eau qu'elle contient. On peut attribuer la dureté qu'elle contracte par la cuisson, au rapprochement de ses parties, dû à la volatilisation de l'eau, et même à un commencement de vitrification qu'elle éprouve.

12. Lorsqu'une pâte d'alumine saturée d'eau est mise au fond de ce liquide, elle la retient, elle l'empêche de couler à travers

ses pores. Telle est la théorie simple de l'eau arrêtée dans les cavités souterraines, et ensuite sortant de la terre par une espèce de regorgement qui donne naissance aux sources ; telle est aussi la raison du glaisage des bassins dans lesquels on veut retenir l'eau. Quelques chimistes ont cru que l'alumine étoit entièrement dissoluble dans l'eau, et l'ont admise comme principe de certaines eaux minérales. Bergman, dont on connait l'exactitude, observe que celle qui existe dans les eaux, en trouble la transparence et y forme toujours un nuage. Ainsi elle est moins dissoluble que la silice; elle ne forme jamais de gelée comme celle-ci avec l'eau, et elle ne présente pas non plus de cristaux transparens dans la nature comme la silice en présente.

13. L'alumine est de toutes les terres, celle qui a la plus grande attraction pour les oxides métalliques. Au grand feu, elle se fond avec eux en frittes vitreuses plus ou moins colorées, telles que les couvertes de quelques poteries communes. Par la voie humide, l'union de l'alumine avec les oxides métalliques se fait si facilement qu'il en résulte des combinaisons remarquables et très-durables. La nature présente beaucoup de ces composés faits par l'eau ; ce qu'on nomme les ocres sont toutes de cette classe. L'art les emploie sans cesse, soit dans les couleurs préparées pour la peinture à l'huile, soit dans les crayons de pastel, soit dans les bains de teinture, comme on le dira dans d'autres articles. L'attraction de l'alumine pour les oxides métalliques est telle qu'une fois unie à ces corps, même par la voie humide, elle les défend des attractions dont ils sont susceptibles, et sur-tout du débrûlement par la lumière, ou de l'oxidation plus avancée par le contact de l'air.

14. Il n'est pas un acide auquel l'alumine ne soit susceptible de s'unir; elle forme avec eux des sels dont quelques-uns sont dissolubles et cristallisables. La plupart sont indissolubles ; plusieurs prennent un excès d'acide. Quoique les degrés d'attraction de cette base salifiable pour les divers acides ne soient encore qu'imparfaitement connus, on sait cependant que

l'acide sulfurique y adhère le plus fortement de tous, et qu'ensuite c'est l'acide nitrique, puis le muriatique. Quant aux autres, et sur-tout aux acides phosphorique et fluorique, on ne connait pas exactement leur ordre d'attraction pour l'alumine. Les acides boracique et carbonique sont ceux qui s'y combinent le plus difficilement et qui y adhèrent le moins.

15. L'alumine a une attraction marquée pour la silice et s'y combine plus ou moins par tous les procédés possibles. Par la voie humide, ces deux terres contractent une adhérence qui les lie et en forme une espèce de mortier susceptible de se durcir et de devenir peu altérable par l'air. L'addition des oxides métalliques augmente encore la dureté de ces ciments. Il paraît que ce sont des composés analogues qui font la base des cristaux gemmes. Par la voie sèche, l'alumine unie à la silice se fond facilement et forme un verre opaque. Il faut une haute température et une proportion telle, que l'alumine fasse au moins la moitié du mélange. Toutes les poteries dures ne sont que des composés d'alumine et de silice dont on proportionne les doses de telle sorte que la première ne domine point, sans quoi les poteries plus ou moins fusibles prendraient dans leur cuite un caractère vitreux qu'elles ne doivent point avoir. En faisant varier les proportions de ces deux matières, on fabrique des poteries plus ou moins dures, plus ou moins susceptibles de vitrification ou d'inaltérabilité, plus ou moins capables de supporter les changemens subits de température et de résister à l'action d'un feu violent.

16. L'étude des propriétés de l'alumine a singulièrement contribué à l'avancement de la chimie et à l'agrandissement des arts chimiques. Elle a servi spécialement à la perfection des poteries, et l'industrieux Wedgwood lui doit celle qu'il a mise dans la fabrication de ses différentes espèces de terres cuites. Ce manufacturier, habile physicien, a profité du retrait que prend l'alumine dans sa cuisson, pour construire une espèce de thermomètre ou de pyromètre, qui sert à marquer d'une

manière assez exacte les degrés de feu que les dilatations des liquides ne peuvent plus indiquer à cause de l'état aériforme que ces températures leur feraient prendre. Quelques vaisseaux de chimie doivent aussi leur perfection à l'art d'employer l'alumine dans les différens mélanges à poteries. Ainsi, l'histoire des connaissances acquises sur l'alumine est liée à celle des progrès des arts, depuis les Etrusques et les Chinois jusqu'aux belles porcelaines françaises, comme elle l'est à la progression des lumières depuis l'antique observation de la diminution de volume des briques cuites, jusqu'à l'usage moderne des pièces pyrométriques de Wedgwood.

17. Les usages de l'alumine peuvent être considérés par rapport à la nature et par rapport à l'art; ils ne sont guère moins multipliés dans les actes de la première, que par les efforts du second. L'alumine préside à un grand nombre de phénomènes naturels. Formée, à ce qu'il paraît, au sein des mers par une combinaison et un mécanisme qui sont également inconnus aux savans, déposée en couches horizontales ou inclinées, ou même en masses perpendiculaires, elle constitue en partie les montagnes; elle se trouve quelquefois dans les fentes des rochers; elle compose le plus souvent le sol vaseux des vallées et des plaines humides, basses, marécageuses. On la trouve au fond des lacs et des fontaines. C'est elle qui arrête la filtration des eaux souterraines, qui donne naissance aux sources qu'on voit jaillir à la surface du globe, et aux amas d'eau qui remplissent ses cavernes. Mêlée à une plus ou moins grande quantité de silice, de chaux, de bitumes, de sulfures et d'oxides métalliques, colorée de diverses nuances, plus ou moins fine, molle, ductile ou sèche, friable, feuilletée, elle donne naissance aux glaisières, aux terres à foulon, aux bols, aux terres à dégraisser, etc. Les terres solides, compactes, tenaces, fortes, qu'on appelle communément terres à bled, lui doivent en grande partie leur composition; elle entre dans celle des schistes, des ardoises, des stéatites, des asbestes, des serpentines

et même des cristaux gemmes les plus durs. C'est un des matériaux que la nature emploie le plus souvent dans la formation des fossiles.

18. L'art, en imitant les procédés de la nature, a singulièrement multiplié les usages de cette terre. Pure et extraite par des moyens chimiques, elle ne sert que dans les laboratoires de recherches, pour la composition des sels par les mélanges terreux, pour la fabrication des cilindres thermométriques de Wedgwood. Plus ou moins mélangée, triée, purifiée, macérée par l'eau, broyée, elle fait la base de toutes les poteries, depuis les briques et pots à jardin, jusqu'aux faïences et aux porcelaines les plus précieuses. On l'emploie pour glaiser le fond des bassins, des canaux dont veut retenir et conserver l'eau. On la mêle avec les terres trop légères, trop maigres, trop sablonneuses ou trop craieuses, qui n'ont point assez de consistance, et qui ne retiennent point assez l'eau pour entretenir la végétation des plantes utiles. On s'en sert pour dégraisser et blanchir les étoffes, ainsi que pour ôter les taches de graisse ; elle fait un des plus utiles ingrédiens des cimens et des mortiers. Exposée à la vapeur du soufre brûlant, elle en absorbe l'acide sulfureux et se convertit en alun artificiel au milieu des manufactures chimiques modernes. Chauffée fortement avec plusieurs sels dans des appareils convenables, elle en opère la décomposition, elle en sépare et en fait recueillir les principes. Appliquée, après avoir été détrempée, sur des verres et des vaisseaux divers, elle y forme des enduits ou luts qui résistent au feu et les défendent de son action inégale ou trop forte. Battue avec de l'huile de lin cuite, on la convertit en lut gras, destiné à boucher exactement les commissures des vaisseaux de terre ou de verre ; elle sert à retenir, à coller les couvercles aux creusets, les creusets entre eux, à boucher les crevasses et les joints des fourneaux, moufles, etc. ; elle est employée avec beaucoup d'avantages pour la construction des fours,

des grands fourneaux d'ateliers chimiques, des fourneaux extemporanés dont on varie la forme et les dimensions de toute manière. Enfin quelques composés pierreux naturels dont elle fait partie servent à donner aux tranchans fins de quelques instrumens de première nécessité une douceur et une espèce de mollesse qui en rendent l'usage plus commode, ou l'action plus modérée. On peut conclure de là qu'il n'y a pas de corps plus utile aux hommes que l'alumine.

ARTICLE IV.

De la zircone.

1. La zircone tire son nom de celui de zircon, donné au jargon de Ceylan, espèce de pierre cristallisée, comparée au diamant, qu'on trouve dans cette île, et de laquelle M. Klaproth, chimiste de Berlin, a extrait cette terre un peu avant 1793, époque d'une autre découverte analogue, dont il sera fait mention dans un des articles suivans. Les propriétés remarquables qu'elle lui a présentées dans l'analyse du jargon la lui ont fait reconnaître pour très-différente de toutes les autres. Il l'a bientôt après retrouvée dans l'hyacinthe orientale. Le citoyen Guyton l'a extraite de l'hyacinthe du ruisseau d'Expailly en France, et le citoyen Vauquelin l'a retirée abondamment de celle qu'on plaçait autrefois dans les collections de matière médicale, pour l'employer dans quelques compositions pharmaceutiques.

2. Pour extraire la zircone de ces pierres, après les avoir pulvérisées dans un mortier de silex, et les avoir fait fondre dans un creuset d'argent, avec cinq ou six fois leur poids de potasse pure, on traite la masse fondue par l'eau, qui dissout l'alcali sans toucher à la zircone mélangée de silice, avec laquelle elle était combinée avant la fusion. Ce qui reste de cette lessive est dissous ensuite par l'acide muriatique qu'on fait

chauffer pour en séparer la silice qui se dépose spontanément, et dont on précipite ensuite la zircone, lorsqu'il ne se trouble plus au feu, par le moyen d'un alcali fixe caustique : on lave bien ce précipité qui est de la zircone pure. On peut aussi l'obtenir en décomposant par le feu la dissolution muriatique de zircone, faite avec le jargon ou l'hyacinthe, fondus par la potasse et lessivés.

3. La zircone ainsi préparée est en poussière fine, blanche, presque douce sous le doigt qui la frotte, sans saveur et sans odeur. Quand elle retient une certaine quantité d'eau entre ses molécules, elle prend la forme d'une gelée demi transparente, d'une couleur blonde comme la corne : ce n'est là pour elle qu'une disposition accidentelle, qu'un caractère factice et passager. La pesanteur spécifique de cette terre, lorsque ses molécules sont réunies par l'agrégation, va jusqu'à 4300, l'eau étant 1000.

4. La lumière n'a aucune action sur la zircone. Le calorique ne lui fait éprouver quelque changement que dans des circonstances particulières. Ainsi lorsqu'on la chauffe au chalumeau, elle reste infusible et répand une lumière phosphorique jaunâtre ; mais lorsqu'on la chauffe dans un creuset de charbon enveloppé de charbon en poudre et placé dans un creuset de terre exposé à un bon feu de forge pendant quelques heures, elle éprouve une fusion pâteuse et suffisante seulement pour que ses molécules se rapprochent sans prendre de transparence, ni une véritable forme vitreuse. On la retire ensuite resserrée sur elle-même, extrêmement dure, scintillante par le choc du briquet, légèrement brillante dans sa cassure vitreuse, ou plutôt imitant le tissu de la porcelaine, rayant facilement et coupant le verre, et d'une couleur grise d'ardoise jusque dans son centre. C'est dans cet état qu'elle présente la pesanteur spécifique indiquée ci-dessus.

5. La zircone n'a aucune attraction pour l'oxigène, ni pour l'azote, et n'agit ni sur l'un, ni sur l'autre de ces

corps en état de gaz, soit séparément, soit lorsqu'ils forment l'air atmosphérique par leur mélange : elle n'agit pas plus sensiblement sur l'eau, ni sur l'acide carbonique de l'air.

6. L'action de la zircone est abolument nulle sur l'hidrogène, le carbone, le phosphore, le soufre, le diamant et les métaux. Seulement quand on la chauffe au milieu du charbon, elle en retient une portion qui adhère et se colle à sa surface qu'il colore. Frottée sur des métaux, elle en raye et en use la surface, en raison de la dureté de ses molécules.

7. La zircone est indissoluble dans l'eau ; cependant elle contracte avec elle une adhérence remarquable, comme la silice, et forme alors une gelée transparente. En la desséchant à la température qui fait rougir l'argent, c'est-à-dire dans un creuset de ce métal qu'on chauffe jusqu'au rouge, on trouve qu'elle perd 0,37 de son poids : ainsi elle retient entre ses molécules plus du tiers de son poids d'eau, quoiqu'une fois desséchée et ayant repris la forme de poussière, elle y soit entièrement indissoluble. Après avoir été rougie dans un creuset pour la dessécher fortement, la zircone a perdu de sa blancheur, elle est devenue grise et dure, croquante sous la dent, beaucoup moins facilement dissoluble dans les acides.

8. Quoiqu'on connaisse encore peu l'action de cette terre nouvellement découverte sur les oxides métalliques, on a déja vu qu'elle est analogue à celle qu'exerce sur eux la silice, et qu'elle s'en rapproche par cette propriété comme par quelques autres.

9. Elle s'unit à tous les acides et forme avec eux des sels qui seront examinés dans la section suivante. Il faut noter ici, comme propriétés générales de ses combinaisons salines, que les sels qu'elle donne avec les acides sulfurique, phosphorique et carbonique sont indissolubles. L'ordre de ses affinités pour les acides n'a point encore été très-exactement déterminé ; il paraît qu'il se rapproche beaucoup de celui de

l'alumine. On a déja dit que la zircone, durcie au feu, ou fondue dans un charbon, est bien moins, ou n'est plus du tout dissoluble dans les acides.

10. Malgré le peu de recherches qu'on a faites encore sur la zircone, on a trouvé qu'elle pouvait se fondre avec la silice et même avec l'alumine, et qu'un mélange de ces trois terres était plus susceptible encore de se ramollir au chalumeau, qu'elles ne le font deux à deux. On verra que c'est un fait général pour l'action réciproque de toutes les terres entre elles.

11. Les propriétés de la zircone la rapprochent d'un côté de la silice. En effet on reconnaît dans l'une et dans l'autre même dureté de molécules, même insipidité, même qualité inodore, même indissolubilité dans l'eau, même tendance à y adhérer ou à la retenir quand elles sont très-atténuées. D'un autre côté la zircone en diffère par sa pesanteur spécifique plus grande que celle de la silice, par sa demie fusibilité au milieu du charbon, par sa dissolubilité dans les acides, tellement supérieure à celle de la silice, qu'une dissolution simultanée des deux terres dans l'acide muriatique laisse dégager de la silice par l'évaporation, et retient la zircone.

12. Une autre différence plus saillante encore que les précédentes, c'est la manière dont la zircone se comporte avec les alcalis. Cette différence sert de plus à la distinguer en même temps de l'alumine. Entièrement indissoluble dans les alcalis fixes, elle s'éloigne ainsi de la silice qui s'y dissout très-bien, et de l'alumine qui contracte encore avec eux une union plus intime que la silice, comme on le fera voir dans les articles suivans par les détails relatifs à ces combinaisons alcalines.

13. Les sels qu'elle forme avec les acides établissent encore une plus grande différence entre la silice, l'alumine et la zircone. Ses attractions pour ces corps, suivant d'ailleurs un autre ordre que celui des deux premières bases terreuses,

donnent des caractères distinctifs qui peuvent faire reconnaître par-tout la zircone; et c'est par l'ensemble de ces diverses propriétés que M. Klaproth l'a en effet reconnue pour une terre particulière. Le complément de ces notions sera donné dans la section des sels.

14. La zircone n'est encore d'aucun usage. Elle deviendra sans doute quelque jour utile, soit aux analyses chimiques, soit aux procédés des arts; mais il faudra l'avoir trouvée plus abondamment dans la nature; il faudra l'y rencontrer plus pure, ou découvrir des procédés plus simples et plus économiques que ceux qu'on connaît encore pour l'extraire des composés pierreux qui la recèlent.

ARTICLE V.

De la glucine.

1. La glucine est une substance terreuse nouvelle, découverte pendant l'hiver de l'an 6 de la République par le citoyen Vauquelin, d'abord dans l'aigue marine ou le béril et ensuite dans l'émeraude. L'occasion de cette découverte a été l'analyse exacte et comparée de ces deux pierres que ce chimiste a faite avec beaucoup de soin, d'après l'invitation du citoyen Hauy, qui, trouvant entre elles une conformité parfaite dans leur structure, leur dureté et leur pesanteur spécifique, et soupçonnant qu'elles devaient contenir les mêmes principes, desira qu'un chimiste habile s'en assurât par un travail comparatif. C'est donc à la géométrie que l'on doit en quelque sorte la source de cette découverte; c'est elle qui en a fourni la première idée, et l'on peut dire que sans elle la connaissance de cette terre nouvelle n'eût point été acquise de long temps, puisque, d'après l'analyse de l'émeraude, par M. Klaproth, et celle du béril, par M. Bindheim, on n'aurait pas cru devoir recommencer ce travail sans les fortes analogies

ou même l'identité presque parfaite que le citoyen Hauy avait trouvées par les propriétés géométriques de ces deux fossiles pierreux.

2. La première notion de l'existence et de la nature particulière de la glucine est venue au citoyen Vauquelin d'après la manière dont cette substance se comporte avec les réactifs, sa dissolubilité moins forte dans la potasse que celle de l'alumine, avec laquelle elle avait été confondue par MM. Bindheim et Klaproth, et même par le citoyen Vauquelin lui-même. Voyant qu'une portion de cette alumine extraite du béril présentait des résultats différens de ceux qu'offre ordinairement cette terre dans son traitement, il a examiné cette portion avec beaucoup de soin, et il a reconnu par des expériences nombreuses qu'elle différait véritablement, soit de l'alumine dont elle se rapproche assez, soit des autres terres, auxquelles elle ressemble beaucoup moins qu'à la précédente. Il n'a pu lui rester aucun doute sur ses différences, et par conséquent sur son existence particulière, puisque cette terre, traitée par les acides, les alcalis et les sels divers, lui a constamment présenté des caractères distinctifs, et puisqu'il y a trouvé sur-tout des attractions très-différentes de celles des autres terres, spécialement de l'alumine avec laquelle elle s'est trouvée mêlée et confondue dans les analyses faites jusqu'ici sur l'émeraude et le béril et vraisemblablement même sur d'autres pierres dans lesquelles il y a lieu de croire qu'elle existe.

3. Parmi les propriétés spécifiques et caractéristiques de cette nouvelle terre trouvées par le citoyen Vauquelin, celle qui nous a paru la plus capable de la faire distinguer étant la saveur sucrée qu'elle donne à ses combinaisons avec les acides, nous avons cru, d'après un travail fait par les citoyens Vauquelin, Guyton, Chaptal et moi sur le nom qu'elle pouvait recevoir, devoir adopter le mot glucine, tiré des mots grecs γλύκυς, *doux*, γλυκὺ, *vin doux*, γλυκαίνειν, *rendre doux*. Cette dénomination nous a paru assez signifiante pour

aider la mémoire, en rappelant une propriété sensiblement différente de celles de toutes les autres terres. Nous avons cru que sans présenter d'idées faussement exclusives, comme cela aurait pu avoir lieu en tirant son nom de la pierre qui en a fourni le premier échantillon, ou du lieu d'où on l'avait tirée, elle ne prendrait pas dans son étymologie un sens trop strictement déterminé, et que nous nous renfermions ainsi dans les principes de nomenclature propres à avancer la science, comme à en faciliter l'étude.

4. Comme c'est spécialement par sa propriété de ne pas former d'alun avec l'acide sulfurique et la potasse, ainsi que le fait l'alumine par celle d'être bien dissoluble dans le carbonate d'ammoniaque liquide, tandis que l'alumine ne l'est pas par ce réactif, que le citoyen Vauquelin a reconnu la glucine pour une terre particulière et différente de cette dernière, il s'est spécialement servi de ces deux procédés pour séparer la glucine des autres terres avec lesquelles elle est combinée dans les pierres où il l'a trouvée jusqu'ici. On prend en conséquence 100 parties de béril ou d'émeraude réduite en poudre fine dans un mortier de silex ; on les fond dans un creuset d'argent avec 300 parties de potasse caustique ; on délaye la masse fondue dans l'eau distillée, et on dissout le tout dans l'acide muriatique ; on fait évaporer la dissolution jusqu'à siccité, en ayant soin de remuer la matière sur la fin de l'évaporation ; on délaye ensuite le résidu dans une grande quantité d'eau, et on filtre : la silice est séparée et obtenue à part, à l'aide de ce premier moyen. On précipite la liqueur filtrée qui contient les muriates d'alumine et de glucine par le carbonate de potasse ; on lave bien le précipité, et on le dissout dans l'acide sulfurique ; on mêle à la dissolution une certaine quantité de sulfate de potasse, et on la fait évaporer pour obtenir l'alun cristallisé. Lorsque, par une nouvelle addition de sulfate de potasse, et par une nouvelle évaporation, la liqueur ne donne plus d'alun, on

y verse une dissolution de carbonate d'ammoniaque en excès et on l'agite beaucoup. La glucine après s'être déposée se dissout à l'aide de ce sel excédent, et le peu d'alumine qui pouvoit y être mêlée reste précipité sans se dissoudre. Après quelques heures, lorsqu'on apperçoit que par une nouvelle addition de carbonate d'ammoniaque, ainsi que par l'agitation, le précipité alumineux ne diminue plus de volume, on filtre la liqueur; on la fait bouillir dans un matras de verre ou dans une capsule de porcelaine; à mesure que le carbonate s'évapore, il se précipite une poussière blanche grenue qui est du carbonate de glucine, dont on sépare facilement l'acide carbonique en la faisant rougir légèrement dans un creuset: on obtient ainsi de la glucine pure, à la proportion d'environ quinze à seize pour cent du béril ou de l'émeraude employés. C'est en suivant ce procédé qu'on pourra reconnaître dorénavant l'existence de la glucine dans d'autres pierres, où il est vraisemblable qu'elle accompagne la silice et l'alumine, et trouver le moyen de s'en procurer une plus grande quantité que celle que le citoyen Vauquelin a extraite des deux fossiles pierreux indiqués qui sont d'ailleurs très-rares et très-chers.

5. La glucine, préparée par le procédé indiqué, est en poudre, ou en fragmens blancs, légers, doux sous le doigt, insipides, collant et happant à la langue. Elle est parfaitement apyre et infusible au feu, et elle n'y prend ni retraite ni dureté comme l'alumine. On ne connaît pas encore sa pesanteur spécifique; elle n'est pas susceptible de changer les couleurs bleues végétales.

6. Quoiqu'on ait eu encore peu d'occasions et de moyens d'en bien apprécier les propriétés, il paraît résulter des essais auxquels elle a été soumise, qu'elle est inaltérable par le gaz oxigène et par le gaz azote, qu'elle n'éprouve aucune altération à l'air, et qu'elle n'en absorbe sensiblement ni l'humidité, ni l'acide carbonique.

7. On ne connaît encore aucune union entre la glucine,

l'hidrogène, le carbone, le phosphore et le soufre. Elle n'est susceptible, parmi les corps combustibles, que de s'unir à l'hidrogène sulfuré. Quand on fait passer ce corps à l'état de gaz dans de l'eau où l'on a délayé de la glucine, cette terre se dissout et forme un hidrosulfure dont les propriétés sont semblables à celles de plusieurs composés analogues que je ferai connaître dans les articles suivans. On verra aussi par la suite qu'en décomposant le sulfate de glucine par le carbone, on obtient une combinaison analogue. Au reste, cette propriété de former un hidrosulfure éloigne cette terre des précédentes et la rapproche des terres alcalines qui vont être examinées dans les articles suivans.

8. La glucine est indissoluble dans l'eau ; elle forme cependant avec ce liquide en petite quantité, une pâte légèrement ductile, qui n'a ni autant de liant, ni autant de ténacité que celle de l'alumine, et qui n'est pas comme elle susceptible de se cuire au feu. On ne connaît encore ni son attraction pour les oxides métalliques, ni son action sur les corps brûlés.

9. Elle s'unit facilement à tous les acides et forme avec la plupart d'entre eux des sels solubles, sucrés, un peu astringens, et difficilement cristallisables. Son attraction pour ces corps paraît être dans l'ordre suivant : l'acide sulfurique, l'acide nitrique, l'acide muriatique, l'acide phosphorique, l'acide fluorique, l'acide boracique et l'acide carbonique. C'est le rang que tiennent la plupart des bases terreuses susceptibles de se combiner avec ces composés.

10. L'ordre des attractions pour les acides, comparé à celui des diverses bases terreuses et alcalines, paraît être tel qu'elle céde sa place à toutes ces bases, si l'on en excepte l'alumine, la zircone et la silice, en sorte que ses sels sont décomposés par toutes les autres, et qu'elle décompose seulement ceux qui sont formés par les acides avec ces trois dernières terres. Il faut observer que pour obtenir les sels de glucine, ou les sels glucineux purs, et pour les débarrasser de la petite portion d'oxides

de fer ou de chrome qu'ils retiennent souvent d'après l'existence de ces deux matières métalliques colorantes dans le béril et l'émeraude, d'où l'on extrait la glucine. Le citoyen Vauquelin s'est servi, avec succès, d'un hidrosulfure alcalin, espèce de composé qui sera décrit plus bas, et qui a la propriété de précipiter les oxides métalliques sans toucher à la glucine. L'alcali hydrosulfuré doit être bien saturé, afin qu'il ne sépare point de terre, en meme temps que l'un ou l'autre des oxides qui en altère et en colore les sels.

11. Pour bien caractériser ici la glucine, et pour prouver sa différence d'avec toutes les autres substances terreuses, sur-tout l'alumine, j'ajouterai, quoique je n'aie pas coutume de faire mention de ces propriétés dans les articles des bases, que les sels de cette terre sont précipités par la noix de galle, non précipités par les oxalates, les tartrites, et les prussiates solubles, ainsi que par les hidrosulfures bien saturés, tandis que les sels alumineux le sont fortement par ces derniers; que le précipité qu'ils forment avec les alcalis est entièrement dissoluble par le carbonate d'ammoniaque, tandis que celui d'aucune autre terre ne présente ce caractère.

12. Il n'y a encore rien de connu sur la réaction réciproque de cette terre avec les trois précédentes; on ne sait pas si la glucine sert de fondant aux autres terres, et si celles-ci peuvent lui en servir à elle-même.

13. Le citoyen Vauquelin, après avoir exposé les détails précédens ainsi que plusieurs autres qui seront donnés plus bas, sur les combinaisons de la glucine, offre, comme caractères spécifiques de cette terre, les six propriétés suivantes que ne réunit aucune des cinq autres substances terreuses connues.

A. Formation de sels sucrés et légèrement astringens avec les acides.

B. Dissolubilité dans l'acide sulfurique avec un léger excès.

C. Décomposition des sels alumineux dont elle sépare la terre lorsqu'on la fait bouillir dans leurs dissolutions.

D. Précipitation complète de ses sels par l'ammoniaque.

E. Dissolubilité entière par le carbonate d'ammoniaque liquide.

F. Attraction pour les acides tenant le milieu entre celles de la magnésie qui l'en sépare, et de l'alumine qu'elle en précipite.

14. On connaît depuis trop peu de temps encore, et on n'a obtenu que de trop petites quantités de glucine, pour qu'on ait pu trouver quelque usage à cette terre, ni même prévoir jusqu'ici quelle utilité on pourra en attendre. Le citoyen Vauquelin pense qu'extraite quelque jour plus abondamment, elle offrira beaucoup d'applications utiles en chimie, aux arts et à la médecine. Il croit probable qu'elle pourra servir de mordant pour la teinture, comme l'alumine, en raison de l'attraction assez marquée qu'elle lui a déja présentée pour les substances colorantes végétales et animales. La saveur sucrée et légèrement astringente de ses combinaisons salines lui fait soupçonner qu'elle jouit de quelques propriétés salutaires pour l'économie animale; il observe que sous ce rapport elle pourra devenir un des médicamens les plus agréables qui puissent exister.

ARTICLE VI.

De la magnésie.

1. Le nom de magnésie, la première et la plus faible des terres alcalines, est depuis long temps adopté pour désigner une base salifiable qu'on a d'abord confondue avec ce qu'on nommait en général les terres absorbantes. Ce mot manifestement tiré de l'analogue du mot aimant, a été sans doute donné d'après les vertus imaginaires qu'on a prêtées à cette terre. Sans lui faire signifier la même propriété, on a continué à s'en servir pour désigner cette base terreuse, sans

qu'on ait même cherché à lui en substituer un autre : on avait proposé de la nommer *terre muriatique*, parce qu'elle est abondante dans les eaux de la mer; mais ce nom aurait confondu un acide et une base. On l'a souvent appelée *terre du sel d'Epsom*, parce qu'elle fait partie du sel qui a long temps porté ce nom.

2. Un chanoine romain a le premier prôné et vendu cette terre comme médicament, au commencement du dix-huitième siècle, sous les noms de *magnésie blanche*, et de poudre du *comte de Palme*. Valentini découvrit, en 1707, que cette poudre, vantée comme une *panacée*, était le produit d'une dernière lessive de nitre calcinée. Il la nomma *poudre laxative polychreste*. En 1709 Slevogt décrivit le moyen de l'obtenir par la précipitation. Lancisi et Frédéric Hoffman en parlèrent ensuite, le premier en 1717, et le second en 1722. Lorsqu'elle fut devenue plus commune dans les pharmacies, les médecins-chimistes la confondirent avec une terre calcaire ou absorbante, quoique Hoffman l'en eut déja soigneusement distinguée, en faisant observer que cette dernière formait un sel insipide et inerte avec l'acide sulfurique, tandis que la magnésie donnait avec cet acide un sel très-amer et purgatif.

Ce fut Black qui, en 1755, fit connaître le premier avec autant d'étendue que de méthode, dans les mémoires de la société d'Édimbourg, la différence de la magnésie d'avec la chaux. Margraff publia, en 1759, un autre mémoire où il donna plusieurs caractères pour distinguer cette terre d'avec toutes les autres. Macquer et Bucquet, en France, insistèrent beaucoup sur les propriétés distinctives de la magnésie, et sur ses diverses combinaisons. Enfin, Bergman, en 1775, et Butini, de Genève, en 1779, donnèrent des dissertations qui n'ont laissé presque rien à desirer sur cette base terreuse.

3. La magnésie n'a jamais été trouvée pure dans la nature. Elle y existe abondamment, moins cependant, à ce qu'il paraît, que la chaux, combinée comme elle, soit avec d'autres terres,

dans les pierres ollaires, les stéatites, les asbestes, les micas, les schistes qu'on a nommés à cause de cela pierres magnésiennes, soit avec les acides carbonique, sulfurique, muriatique, etc. dans les eaux de la mer, des fontaines salées, de quelques sources minérales, dans les eaux mères du nitre et du sel marin. Elle accompagne spécialement les productions marines.

4. On l'extrait des substances salines qui la contiennent par la précipitation à l'aide des alcalis purs, de la chaux, de la barite, etc. comme on le dira plus en détail à l'article des sels. On l'a long temps séparée spécialement du sulfate de magnésie nommé *sel d'Epsom*, lieu d'une fontaine d'Angleterre dont l'eau en est chargée. On peut l'obtenir de toutes les eaux salées dans lesquelles la nature a placé plus ou moins abondamment des sels magnésiens. Après l'avoir précipitée à chaud et dans beaucoup d'eau, on la lave avec soin dans l'eau froide et chaude, pour la bien dessaler. On la prépare aussi quelquefois, mais beaucoup moins pure et jamais assez pour les usages chimiques, en calcinant fortement quelques sels qui la contiennent. Telle était celle qu'on a vendue long temps sous le nom de magnésie blanche ; elle contenait de la craie et des matières salines étrangères. Malgré les soins des chimistes, elle se trouve souvent mêlée d'un peu de silice et de chaux ; on verra dans la section suivante comment on peut l'avoir parfaitement pure et exempte de tout mélange.

5. La magnésie, supposée très-pure, est souvent en pains blancs, légers, friables, semblables à de l'amidon, ou en poudre blanche très-fine à l'œil et au tact. Sa pesanteur est d'environ 2,330, l'eau étant 1,000 suivant Kirwan. Sans saveur bien sensible, elle est comme douce au palais, et y fait naître une sensation particulière qui sert à la distinguer de toute autre substance ; elle a une saveur plus forte en quelque manière sur l'estomac et les intestins, puisqu'elle y produit une action purgative faible. Elle verdit légèrement les couleurs bleues les plus délicates, telles que celle des fleurs de mauve.

6. Elle n'éprouve aucune action de la part de la lumière, et s'échauffe peu par son contact, parce qu'elle la réfléchit toute entière sous une couleur blanche assez brillante. Exposée à un feu violent elle ne se fond pas, suivant le cit. Darcet. Macquer l'a vue également infusible et inaltérable au foyer de la grande lentille de l'académie. Le cit. Guyton a eu le même résultat en la tenant pendant deux heures au feu le plus fort du fourneau de Macquer; il a remarqué qu'elle se détachait du creuset, en se retirant un peu sur elle-même. Par une forte calcination elle devient plus fine, plus friable et plus blanche. Le cit. Butini a observé qu'elle prenait un peu de retraite. M. Parker, en l'exposant au foyer de son verre ardent, a vu un cube fait de magnésie réduite en pâte avec de l'eau, se retirer brusquement sur lui-même, et diminuer dans toutes ses dimensions; propriété analogue à celle de l'alumine, mais beaucoup moins prononcée que dans celle-ci. Chauffée dans une cornue de grès, elle ne perd que le peu d'eau qu'elle contient, et acquiert une propriété phosphorique, suivant la remarque du cit. Tingry de Genève: frottée rapidement sur une plaque de fer bien chaude dans l'obscurité, elle répand une lueur phosphorique, ce qui est fréquent dans les corps blancs et peu altérables au feu. Traitée au chalumeau sur un charbon, elle reste inaltérable et donne seulement à la flamme une légère couleur jaunâtre. Ainsi la magnésie est une des terres les plus apyres.

7. Il n'y a nulle action et nulle attraction sensible entre l'oxigène, l'azote et la magnésie; cette terre ne produit aucun effet sur ces deux corps gazeux. Elle n'attire qu'avec une extrême lenteur un peu d'eau et d'acide carbonique de l'atmosphère. Dans une expérience du cit. Butini un demi-gramme de magnésie exposé pendant deux ans à l'air dans une tasse de porcelaine recouverte d'un simple papier n'a augmenté que de $\frac{1}{144}$ de son poids et n'a point changé de nature.

8. On n'observe qu'une action nulle entre la magnésie et quelques corps combustibles simples, et qu'une action très-faible avec quelques autres. Il n'y a nulle action entre elle et le gaz

hidrogène, non plus qu'avec le carbone, le diamant et les métaux. Le phosphore ne s'y combine que très-difficilement et en si petite dose qu'on ne connait pas de phosphure de magnésie. Il y a une action un peu plus forte de la part de cette terre sur le soufre ; la magnésie s'y unit légèrement, soit par la voie sèche, soit par la voie humide. En chauffant dans un creuset deux parties de magnésie et une de soufre, on en obtient une masse jaune orangée, aggrumelée sans être fondue, qui ne se dissout que très-peu dans l'eau, qui répand tout-à-coup l'odeur du gaz hidrogène sulfuré dès qu'elle touche ce liquide, et qui se décompose très-facilement par le feu. Aussi faut-il chauffer faiblement pour obtenir ce sulfure de magnésie, sans quoi le soufre s'en séparerait. On ne le forme que difficilement par la voie humide ; si l'on chauffe, sur un bain de sable, deux parties de magnésie avec une partie de soufre en poudre et vingt parties d'eau, la liqueur devient d'un jaune pâle, jamais rouge ni orangée, légèrement fétide et très-éloignée de répandre l'odeur forte qui caractérise les sulfures formés par les autres terres alcalines, comme on le verra dans les articles suivans. Il ne se forme ainsi que très-peu de sulfure de magnésie ; la plus grande partie du soufre et de la terre magnésienne restent sans combinaison, et il ne s'en unit qu'une très-faible portion à la fois. Il se produit également très-peu d'hidrogène sulfuré, en sorte que l'eau qui en contient à peine, n'en exhale presque pas l'odeur. Le sulfure de magnésie solide se décompose très-vîte par le contact de l'air, on reconnaît ainsi une très-faible attraction entre cette terre et le soufre. Elle absorbe très-peu le gaz hidrogène sulfuré, aussi l'hidrosulfure de magnésie est-il inconnu et incertain.

9. La magnésie est si peu dissoluble dans l'eau, qu'on pourrait presque ne pas admettre d'attraction entre ces deux corps. Elle s'éloigne beaucoup de l'autre terre alcaline par cette propriété. Le citoyen Butini a trouvé que l'eau bouillie avec cette substance et laissée plus de trois mois en contact avec elle, n'en

avait guères pris plus de $\frac{1}{10000}$. M. Kirwan dit qu'il faut environ 7692 fois son poids d'eau à 10 degrés pour la dissoudre. Elle n'est donc pas plus dissoluble que la silice et l'alumine. Malgré cette indissolubilité, la magnésie forme une espèce de pâte avec l'eau et l'absorbe d'une manière sensible : on dirait que comme l'alumine elle a plus de tendance à solidifier l'eau qu'à se liquéfier avec elle ; il est vrai que cette propriété y est bien moins marquée que dans l'alumine, et que la pâte qu'on en fait avec l'eau est cassante, maigre et sans ductilité. Suivant Bergman cent parties de magnésie jetées dans l'eau, retirées et desséchées ensuite, augmentent de près d'un sixième ou de dix-huit parties. On conçoit d'après cela pourquoi l'eau qui ne contient que quelques atomes de magnésie n'a pas de saveur sensible, ne change point les couleurs bleues les plus délicates, ne dépose rien à l'air, et laisse à peine quelques traces de résidu après son évaporation.

10. Il y a peu d'attraction entre la magnésie et les oxides métalliques. Quelques-uns cependant parmi les plus fusibles et les plus vitrifiables spontanément, traités au feu avec cette terre, l'entraînent dans leur fusion, et prennent avec elle la forme d'émaux colorés.

11. La magnésie se combine facilement avec tous les acides, et forme avec eux des sels particuliers et différens de ceux que donnent toutes les autres bases, soit par leur cristallisation, leur saveur, leur dissolubilité, soit par les attractions de leurs principes. Les attractions de la magnésie pour les acides en général sont plus faibles que celles de la baryte, de la chaux, de la strontiane, mais plus fortes que celles de la silice, de l'alumine, de la zircone et de la glucine. On verra dans la section prochaine qu'elle-même suit par rapport aux différens acides le même ordre d'attraction que les alcalis fixes.

12. Parfaitement réfractaire et infusible par elle-même, elle entre difficilement en fusion avec la silice et l'alumine, l'une

ou l'autre seule avec elle, mais elle se fond au contraire facilement quand elle est réunie avec ces deux terres, et surtout quand on y ajoute de la chaux. C'est à ce mélange de terres étrangères qu'il faut attribuer la forme de verre que le cit. Guyton lui avait vu prendre dans ses premières expériences où il employait de la magnésie impure, et les marques de fusibilité que Bergman y avait reconnues. Il n'y a pas lieu de douter que la barite et la strontiane ne produisent dans leur mélange avec la magnésie, la silice et l'alumine, le même effet que la chaux, et ne favorisent ou ne décident la fusion vitreuse de ces terres réunies. Mais il est certain que plus les mélanges terreux dont la magnésie fait partie, sont nombreux, et plus leur vitrifiabilité est marquée; qu'on ne doit pas compter la magnésie seule au rang des terres capables de déterminer véritablement la fusion des autres; qu'à cet égard elle est très-éloignée de la barite, de la strontiane et de la chaux, qu'on peut ranger parmi les véritables et les plus actifs fondans, comme on peut les placer parmi les matières alcalines, tandis que la magnésie, par cette propriété comme par toutes les autres, s'en éloigne beaucoup; et que si elle entre en grande proportion dans des mélanges vitrifiables, elle en diminue la vitrescibilité, et dans des composés déja vitreux, elle en fait rétrograder la fusion, et les rapproche de l'état d'émaux ou même de porcelaine, comme on le dira dans les articles suivans.

13. On ignore aussi complétement la nature intime de la magnésie que celle des autres terres précédentes. Aucune expérience ne prouve qu'elle soit une modification de l'une ou de l'autre de ces terres. On sait seulement que très-abondante au sein des mers, elle y est sans doute formée, mais on n'a aucune notion ni sur les principes qui la composent, ni sur la manière dont ils sont unis.

14. La connaissance des propriétés de la magnésie a beaucoup contribué aux progrès de la chimie. On s'en sert sou-

vent pour les expériences de cette science. En médecine elle est employée pure comme antacide ou absorbante, et comme légèrement purgative. On la range aussi parmi les anti-septiques, parce qu'elle défend la chair et la bile de la putréfaction. Elle a sur-tout les plus grands succès dans les empoisonnemens par les acides concentrés ; on la donne délayée dans de l'eau sucrée. En pharmacie, elle peut servir, suivant Bergman, à dissoudre ou suspendre dans l'eau le camphre, l'opium, les résines et gommes résines, ainsi qu'à former des teintures très-recommandables avec les matières végétales sèches. On l'emploie encore dans la rectification de l'éther. Elle est quelquefois si abondante dans les composés pierreux, qu'on les nomme *pierres magnésiennes*. Elle forme aussi par ses composés salins un des minéralisateurs des eaux.

ARTICLE VII.

De la chaux.

1. Quoique le mot *chaux* ait été long temps employé en chimie pour désigner plusieurs substances très-différentes, et ait paru propre à embrasser dans sa généralité diverses matières qu'on a cru être formées par la chaleur dont le nom est manifestement l'origine du mot chaux*, *calx*, il est cependant assigné en particulier et exclusivement à la terre âcre et alcaline, qu'on a aussi nommée *terre calcaire*, *terre absorbante*, *terre antacide*, *chaux vive*. Une erreur a long-temps régné en chimie sur la valeur du mot chaux ; on l'appliquait et à cette terre et aux oxides des métaux, dans lesquels on admettait alors de prétendues propriétés analogues à celles de la base calcaire.

2. Connue et employée dans la plus haute antiquité, la chaux est une des matières que les hommes possèdent depuis les temps les plus reculés, et sur laquelle cependant la chi-

mie n'a commencé à acquérir des notions exactes que depuis la moitié du dix-huitième siècle. Au temps de Stahl et vers le tiers de ce siècle, on en connaissait encore très-peu les caractères et les propriétés. Ce chimiste ne voyait encore dans l'union de la chaux et de l'eau que la formation d'un sel, par la combinaison de l'élément terreux et de l'élément aqueux; il n'appréciait ni sa propre nature alcaline, ni sa dissolubilité dans l'eau. On disserta longuement ensuite sur le prétendu sel contenu dans la chaux; on la regarda comme une espèce d'embryon salin. Dufay a le premier évaporé l'eau de chaux en 1730, et crut en séparer ainsi son sel. On pensa alors que l'eau en dissolvant d'abord ce sel, était beaucoup plus forte, appliquée une première fois à la chaux, que celle qu'on versait ensuite : de là les dénominations d'eau de chaux première, seconde, etc. Duhamel en a examiné les combinaisons avec plusieurs acides en 1747. En 1752, Macquer donnait encore les idées de Stahl dans sa chimie théorique. Ce n'a été qu'en 1755 que Black a répandu les premières connaissances exactes sur la chaux, en la présentant comme une terre alcaline, identique dans toutes ses parties, existant avec toutes ses propriétés dans les composés naturels, et surtout masquée et adoucie dans la craie par l'acide carbonique qu'il nommait alors air fixe, privée de celui-ci par la calcination. Depuis cette fameuse époque, les chimistes en confirmant à l'envi l'opinion et la découverte de Black, n'ont fait que multiplier les expériences exactes sur les propriétés de cette terre, sur ses attractions et ses combinaisons; son histoire bien développée n'a plus rien d'obscur.

3. On trouve la chaux très-abondamment dans la nature, combinée alors avec divers acides, formant les couches des montagnes, quelquefois dissoute dans les eaux, constituant aussi une des bases des pierres. Quelquefois elle existe pure, mais en bien moindre quantité dans le voisinage des volcans, enveloppée à la vérité dans des pierres qui l'ont défendue du

contact de l'air. Wallérius dit qu'on en tire par la sonde, du fond de la mer sur les côtes de Maroc. On assure aussi que quelques eaux minérales en tiennent de pure en dissolution. C'est la terre qui paraît être la plus abondante dans l'intérieur du globe, et qui entre pour la plus grande proportion dans la composition de ses diverses masses.

4. L'art l'extrait par la calcination à feu ouvert de ce qu'on nomme les pierres à chaux. Celles-ci sont en général composées d'acide carbonique, d'eau et de chaux; les deux premiers corps se volatilisent et s'exhalent dans l'air par l'action du feu, et la chaux reste pure : c'est ainsi qu'on la prépare pour les constructions. Les chimistes choisissent le carbonate de chaux natif, pur et transparent ; ils le mettent en poudre dans de bonnes cornues de grès ou de fer, ou dans des canons de fusil, et ils le calcinent à un grand feu. Ils obtiennent ainsi de la chaux beaucoup plus pure que celle des chaufourniers, parce que le composé d'où ils la séparent ne contient rien d'étranger à la matière calcaire. On reparlera de cette opération en détail dans la section suivante.

5. La chaux ainsi extraite est sous la forme d'une espèce de pierre grise, ou de fragmens plus ou moins pulvérulens et blancs, d'une cohérence variée, d'une saveur chaude, âcre et urineuse moins forte que celle de la barite et de la strontiane, mais beaucoup plus que la magnésie, d'une pesanteur égale à 2,300 l'eau étant 1,000. Elle verdit le sirop de violettes et altère un peu sa couleur en jaune. L'âcreté de la chaux, sans être très-caustique, suffit cependant pour rougir et enflammer la peau, lorsqu'elle y reste quelque temps appliquée.

6. Elle n'éprouve aucune altération de la part de la lumière ; exposée à un grand feu, elle reste inaltérable et sans se fondre. Elle se ramollit cependant au foyer du verre ardent. Dans un creuset d'argile, elle se fond sur ses bords à une très-haute température, mais c'est en se combinant avec

la terre du vase. Au chalumeau, elle reste également inaltérée et infusible, quelque long temps et quelque fortement qu'on la chauffe. Ainsi l'on peut regarder la chaux comme une substance complétement apyre.

7. La chaux n'a aucune attraction pour l'oxigène ni pour l'azote; elle n'absorbe ni l'un ni l'autre de ces corps fondus en gaz, et ne les enlève ni au calorique, ni aux autres corps qui les contiennent. Ainsi les effets qu'elle éprouve dans l'air ne leur sont pas dus et ne dépendent que de l'eau qu'il tient et de l'acide carbonique qui y est mêlé. Exposée à l'air, la chaux sous forme de pierre se gonfle, se fendille, se brise, s'échauffe légèrement et se réduit en poudre. Elle acquiert beaucoup de volume, plus de pesanteur qu'elle n'en avait, une division singulière et une blancheur éclatante. On la nomme alors *chaux éteinte à l'air*, parce qu'une fois passée à cet état, elle n'est plus ce qu'on nommait *chaux vive*, et ne s'échauffe plus avec l'eau. Ces phénomènes sont d'autant plus prompts et plus marqués que l'air qui les produit est plus humide; l'eau que la chaux absorbe la dilate assez pour briser les vases de bois où elle est contenue. Elle est beaucoup moins âcre qu'auparavant. Pour lui rendre son premier état, il faut la chauffer fortement, et elle ne perd que de l'eau dans cette opération. Au reste ces effets beaucoup moins prompts et moins énergiques dans la chaux que dans la barite et la strontiane, comme on le verra bientôt, prouvent que la première a moins de tendance à s'unir à l'eau et à la solidifier que ces deux alcalis. La chaux n'absorbe aussi l'acide carbonique atmosphérique qu'avec beaucoup de temps, et ne passe que très-difficilement à l'état de carbonate.

8. La chaux n'a nulle action sur le gaz hidrogène, et n'enlève point l'hidrogène aux composés qui le contiennent; elle n'en a pas davantage sur le carbone, le diamant et les métaux, mais elle en a beaucoup sur le phosphore et sur le soufre. En mettant du phosphore en petits fragmens au

fond d'un tube de verre bouché par un bout, et par-dessus quatre à cinq fois son poids de chaux en poudre, de sorte qu'un quart de tube reste vide, en chauffant d'abord la partie de ce tube contenant la chaux à l'aide d'un fourneau à large grille, à travers les barreaux de laquelle le tube passe, et ensuite la partie du fond où est le phosphore, celui-ci fondu et sublimé à travers la chaux échauffée, s'y unit promptement sans se dégager et sans venir brûler à sa surface. Toute la masse s'agglutine, semble se fondre, se moule sur le verre, forme un composé homogène d'une seule pièce solide, d'une couleur brune marron : c'est du *phosphure de chaux*. Il n'a point d'odeur, il est moins fusible que ceux de barite et de strontiane ; il s'altère et se brise spontanément à l'air ; il est indissoluble dans l'eau, mais il s'y décompose au moment où il la touche ; il pétille, fait naître une effervescence, et dégage des bulles de gaz hidrogène phosphoré, qui s'enflamment tout-à-coup dans l'air. C'est à ce gaz qu'est due l'odeur fétide alliacée que répand le phosphure de chaux dès qu'il est humecté. Une portion du même gaz à mesure qu'il se forme par la décomposition de l'eau, s'unit à la chaux phosphorée, et en fait un phosphure hidrogéné, de sorte que le phosphure retiré de l'eau et desséché donne de la flamme lorsqu'on y verse de l'acide muriatique concentré qui en dégage du gaz hidrogène phosphoré. Il suffit que le phosphure de chaux soit simplement humecté par l'air pour produire même abondamment cette flamme par l'addition de l'acide muriatique. C'est encore à cette décomposition si facile de l'eau par la chaux phosphorée qu'est due l'abondante production du gaz hidrogène phosphoré qu'on obtient suivant le procédé du cit. Raymond, en chauffant dans une cornue de grès et avec l'appareil pneumato-chimique le phosphore et la chaux auxquels on ajoute assez d'eau pour en former une pâte.

9. Le soufre s'unit très-bien à la chaux, et avec des phénomènes différens, suivant la manière dont on opère la com-

binaison. En chauffant dans un creuset le mélange de ces deux corps bien pulvérisés, il se fond légérement, ou plutôt il s'agglutine en une masse âcre, rougeâtre, inodore, fusible, décomposable par un grand feu, dont les acides secs séparent le soufre : c'est le sulfure de chaux pur ; on le nommait foie de soufre calcaire. Dès que ce composé est humecté par l'air ou par un peu d'eau, il change de couleur, passe au vert et au jaune, répand une odeur extrêmement fétide, donne du gaz hidrogène sulfuré, et devient un sulfure hidrogéné. Lorsqu'on unit le soufre et la chaux par la voie humide, il ne se forme jamais un simple sulfure, mais toujours un sulfure hidrogéné à cause de l'eau qui est décomposée. On le prépare, soit en jetant de l'eau sur de la chaux très-vive couverte de soufre en poudre ; la chaleur de l'extinction opère la combinaison ; soit en faisant chauffer dans un matras du soufre, de la chaux en poudre, et dix fois au moins leur poids d'eau ; soit en chauffant de l'eau de chaux sur du soufre. Dans ce dernier cas, il ne se forme que très-peu de sulfure, en raison de la petite quantité de chaux dissoute dans l'eau. Dans les deux premiers, on a une liqueur d'un rouge orangé ou jaunâtre, d'une odeur très-fétide, d'une âcreté piquante et amère, dans laquelle il peut y avoir en dissolution une quantité de soufre égale à celle de la chaux. Ce sulfure de chaux hidrogéné perd sa couleur à l'air, s'y décompose peu à peu, en absorbe assez promptement l'oxigène pour pouvoir servir de moyen eudiométrique : le soufre y brûle et s'y convertit d'abord en acide sulfureux, ensuite en sulfurique. Les acides le décomposent, en précipitent du soufre, et en dégagent du gaz hidrogène sulfuré. Il décompose beaucoup d'oxides métalliques, et, en les rapprochant plus ou moins de l'état de métaux, forme de l'eau et des sulfures métalliques.

10. La chaux s'unit facilement à l'hidrogène sulfuré ; lorsqu'on fait passer ce corps, sous la forme de gaz, dans une bouteille pleine d'eau et de chaux qu'on y a délayée, le gaz

est absorbé, fixé, se combine avec la chaux, il la rend plus dissoluble qu'elle ne l'était et forme de l'hidrosulfure calcaire. Ici suivant la remarque du cit. Berthollet, l'hidrogène sulfuré sature la chaux à la manière d'un acide, et lui donne la propriété de cristalliser en prismes que j'ai pris en 1779, lorsque je les ai vus et décrits pour la première fois, pour un *foie de soufre calcaire*, comme on l'appelait alors. Cet hidrosulfure de chaux très-dissoluble dans l'eau, sans couleur, a une odeur forte et très-fétide à l'air; les acides le décomposent avec effervescence, et en dégagent l'hidrogène sulfuré sous la forme de gaz; les oxides métalliques en décomposent l'hidrogène sulfuré. Ce corps est vraisemblablement contenu dans des mines et dans des eaux comme minéralisateur. Ainsi la chaux comme toutes les substances alcalines, a trois genres de combinaisons avec le soufre, savoir en sulfure, en hidrosulfure, et en sulfure hidrogéné.

11. Quoiqu'on ne connaisse encore, comme on l'a déja dit, aucune union immédiate entre la chaux, le carbone, le diamant et les métaux, on ne peut pas nier cependant qu'il existe une attraction entre ces divers corps, sur-tout le carbone. On voit qu'en étouffant du carbone très-divisé avec de la chaux, ils contractent entre eux une adhérence assez forte pour qu'il soit ensuite difficile de séparer exactement et complétement ces deux corps. Souvent on trouve la chaux combinée intimement avec le carbone dans les charbons des matières organiques et dans quelques espèces de houilles; le sulfure et même l'hidrosulfure de chaux dissolvent du carbone à l'aide de la chaleur et le retiennent même à l'état liquide. Quant aux métaux, si la chaux ne contracte jamais d'union immédiate avec eux, l'attraction qu'elle a pour quelques-uns de leurs oxides va jusqu'à favoriser la décomposition de l'eau par ces combustibles et leur oxidation.

12. L'eau exerce une attraction très-forte sur la chaux. Quand on jette ce liquide en petite quantité sur un morceau de chaux

solide, ou sur cette terre en poudre, mais bien caustique et non éteinte à l'air, elle l'absorbe promptement, et paraît aussi sèche qu'elle l'était auparavant. Bientôt si elle était solide, elle s'éclate, se fendille, se brise en fragmens ; le calorique qui se développe dégage avec sifflement une portion de l'eau qui se réduit en vapeur ; cette vapeur a une odeur fade de lessive et verdit les papiers teints de fleur de mauve, ce qui prouve que l'eau volatilisée entraîne avec elle un peu de chaux. Dans l'obscurité, la chaux en s'échauffant et se divisant ainsi par l'eau, est lumineuse et phosphorique, surtout dans un temps chaud. Dans cette extinction à sec, la terre calcaire, extrêmement divisée et augmentée de volume, tombe en poussière blanche, fine et très-sèche ; elle a augmenté de poids, elle n'est plus âcre et caustique comme auparavant ; elle ne s'échauffe plus avec de nouvelle eau. Ces phénomènes de la même nature, mais seulement d'une plus faible intensité que ceux qui ont lieu avec la barite et la strontiane, comme on le verra dans les articles suivans, tiennent comme eux à la forte attraction de la chaux pour l'eau, à la propriété qu'elle a d'en dégager beaucoup de calorique ; ils prouvent que dans cette combinaison l'eau prend une forme solide et glacée. Aussi Laplace et Lavoisier, dans leurs recherches calorimétriques, ont-ils trouvé qu'une partie d'un mélange de chaux et d'eau dans la proportion de 16 à 9 de ces deux corps, a fondu plus d'une partie et demie de glace à 0. La preuve que l'eau dans la chaux éteinte à sec est solide et plus même que de la glace ordinaire telle qu'on la connaît dans nos climats tempérés, c'est que de la chaux refroidie à quelques degrés au-dessous de 0 mêlée avec moitié de son poids de glace à 0, dégage assez de calorique pour élever le mélange au-dessus de quarante degrés du thermomètre de Réaumur. La chaux ainsi mêlée d'eau solidifiée est appelée *chaux éteinte à sec.* Si l'on y ajoute de nouvelle eau, elle se délaye sans s'échauffer, et est improprement

nommée dans cet état *lait de chaux*, à cause de sa blancheur et de sa consistance. En ajoutant assez d'eau on la dissout toute entière; elle partage la transparence et la liquidité de l'eau, lorsqu'on a employé plus de quatre cent cinquante parties de cette dernière pour une partie de chaux pure. Cette dissolution porte le nom d'eau de chaux.

13. Autrefois on ne savait pas que toute la chaux fut dissoluble dans l'eau; on rejetait la première eau qu'on regardait comme trop âcre, et l'on ne prenait que la seconde ou la troisième lessive. Aujourd'hui l'expérience exacte ayant prouvé que de la chaux bien pure se dissout complètement et jusqu'au dernier atome dans l'eau, on prépare souvent l'eau de chaux en jetant dans suffisante quantité d'eau distillée de la poussière de chaux que l'on conserve dans des flacons bien bouchés, jusqu'à ce que l'eau refuse d'en dissoudre; on filtre ou l'on tire à clair la liqueur qui s'en trouve chargée ou qui en contient $\frac{1}{450}$ de son poids.

14. La dissolution de chaux, qu'on nomme eau de chaux, est claire et limpide; son poids est peu sensiblement supérieur à celui de l'eau commune. Elle a une saveur âcre, chaude, désagréable et urineuse; elle verdit fortement le sirop de violettes et en altère la couleur. Evaporée dans des vaisseaux fermés, elle entraîne une petite quantité de chaux avec elle; celle qui reste est ordinairement de la chaux éteinte; pour la ramener à l'état de chaux vive ou caustique, il faut lui donner un coup de feu plus violent que celui qu'on peut lui appliquer dans des appareils distillatoires ordinaires.

L'eau de chaux exposée à l'air en absorbe l'acide carbonique, et se couvre d'une pellicule sèche qui se renouvelle à sa surface lorsqu'on la brise et jusqu'à la dernière couche qu'on y expose. C'est du carbonate de chaux indissoluble que l'on nommait autrefois très-improprement *crême de chaux*. C'est cette matière qu'on regardait aussi alors comme le sel

de la chaux, et qui avait fait croire à Stahl que l'union de la terre et de l'eau formait un sel.

L'eau de chaux n'est en aucune manière altérée par l'oxigène, l'azote et le plus grand nombre des corps combustibles. Elle absorbe un peu de gaz hidrogène sulfuré qui la change en hidrosulfure ; elle dissout un peu de soufre à l'aide de la chaleur ; elle ne prend ni carbone, ni diamant, ni métaux. L'eau ne fait que l'étendre et l'affaiblir.

15. La chaux s'unit aux oxides métalliques, et par la voie sèche et par la voie humide. Presque tous les oxides se fondent avec la chaux en émaux ou en verres colorés. Quelques-uns seulement s'y combinent à l'aide de l'eau et forment avec elle des sels où ils semblent faire fonction d'acides. Il en sera parlé en détail dans l'histoire particulière des métaux.

16. Elle a une attraction assez forte pour les acides, et se combine plus ou moins facilement avec tous ces corps. On trouve souvent les sels qu'elle forme avec eux parmi les produits naturels fossiles. Pour n'offrir ici que les notions générales des faits qui doivent trouver leur place dans l'histoire de la chaux, toutes les particularités relatives à ses combinaisons avec les acides devant être exposées dans la section suivante, on ne comprendra que ce qui tient à ses attractions pour les acides, et au rapport de ces attractions avec celle des autres bases pour les mêmes corps brûlés. L'ordre de ses attractions pour les acides à commencer par la plus forte, dispose ceux-ci de la manière suivante ; l'acide sulfurique, le nitrique, le muriatique, le phosphorique, le fluorique, le phosphoreux, le sulfureux, le nitreux, le boracique et le carbonique. En comparant ces attractions à celles des autres bases salifiables, on reconnaît qu'elle est toujours placée après la barite et la strontiane, souvent après les alcalis fixes, quelquefois avant eux, toujours avant l'ammoniaque, la magnésie, la glucine, l'alumine et la zircone.

17. L'adhérence et l'union intime de la chaux pour la silice

étant le fondement de plusieurs arts chimiques très-utiles, la théorie de la science doit la décrire avec soin. Cette terre contracte une forte adhérence avec les fragmens de pierres silicées, lorsque leur juxta-position est aidée par l'eau. En mêlant du sable grossier avec de la chaux nouvellement éteinte, ou avec la chaux vive arrosée d'un peu d'eau, quelques momens après ces deux corps prennent de la consistance, et forment ce qu'on nomme le mortier. L'état et la proportion de la chaux, son extinction préliminaire avec diverses quantités d'eau, ou bien son extinction faite au moment même du mélange, la nature du sable plus ou moins gros, arrondi ou inégal, sec ou humide, produisent de grandes différences dans les divers mortiers qu'on en prépare. C'est ce qui résulte des recherches de Lafaye sur le mortier des anciens, publiées en 1777 et 1778. Il paraît que les Romains ne sont parvenus à donner une grande solidité à leurs constructions, que par les justes proportions du mélange de chaux éteinte d'une manière particulière, et de sable inégal. On fait encore de très-bons mortiers avec la chaux et l'argile cuite en brique ou la pouzzolane, espèce d'argile ferrugineuse cuite par le feu des volcans et altérée par le contact de l'eau et de l'air.

18. La chaux, parfaitement infusible par elle-même, ainsi que la silice, se fond avec celle-ci lorsqu'on les chauffe dans une proportion telle, que la chaux égale au moins la quantité de la silice. Il paraît même que la première est le fondant naturel de la seconde dans les pierres fusibles dont ces deux terres font partie : voilà pourquoi on emploie dans quelques verreries assez de chaux pour faire croire qu'elle tient lieu d'alcali fixe.

19. Elle peut également faire entrer en fusion l'alumine, à la dose d'un tiers de son poids : il paraît même qu'elle a, comme la barite et les alcalis, plus d'attraction pour l'alumine que pour la silice. Le mélange de ces trois terres fond plus complétement que celui de la chaux avec l'une ou l'autre

séparément. C'est ainsi qu'une partie de chaux et une d'alumine peuvent faire fondre deux et même deux parties et demie de silice. C'est par là qu'on explique la fusibilité de plusieurs pierres scintillantes composées de ces trois terres. On voit encore pourquoi la chaux très-fortement chauffée dans des creusets se vitrifie sur les bords ou au contact des parois de ces vases, en raison de la silice et de l'alumine qui entrent dans leur composition. On ne connaît point encore l'action de la chaux sur la zircone et sur la glucine. Il paraît qu'elle se fond avec ces terres, qui se servent réciproquement de fondans.

20. La nature intime de la chaux n'est pas connue. On l'avait d'abord regardée comme chargée de feu fixé pendant sa calcination, et susceptible de le laisser dégager pendant son extinction; mais cette idée n'était point propre à faire connaître sa composition. Par une hypothèse, suite de la première, Meyer a admis dans la chaux le feu combiné avec un acide sous le nom de *causticum* et d'*acidum pingue*; mais il n'a pas prouvé l'existence de ce prétendu principe de la causticité, regardé aujourd'hui comme une fiction ingénieuse par tous les chimistes. On a cru ensuite que la chaux était le produit des terres silicées ou alumineuses divisées et atténuées dans les organes des animaux : aucune expérience positive n'appuie cette théorie purement hypothétique. Trouvant la terre calcaire répandue avec profusion dans l'eau de la mer, et spécialement dans la classe nombreuse des mollusques à coquilles, des zoophites et des lithophites, les naturalistes pensent qu'elle est formée par ces animaux et par l'action même de leurs organes. Mais, d'une part, l'existence d'une grande quantité de terre calcaire dans les montagnes primitives, sans vestiges d'organisation animale, et, d'une autre part, l'ignorance entière où l'on est de la nature des principes de la chaux et de la manière dont la vie animale pourrait les unir, placent encore cette opinion au rang des hypothèses. D'ailleurs, la chaux existe abondamment dans les végétaux où il faudrait

d'abord expliquer sa formation, puisqu'il est plus naturel de croire qu'elle passe de ces êtres dans les animaux, à la nourriture desquels la nature les a manifestement destinés et appropriés, soit par leur ordre de composition, soit par leur préexistence, soit par leur masse comparée à celle des animaux. Quelques faits semblent autoriser à admettre la présence de l'azote dans la chaux, ainsi qu'en général dans toutes les terres alcalines. On connaîtra ces faits par la suite; mais il faut dire ici qu'ils ne sont ni assez exactement observés, ni assez nombreux, pour être rangés au nombre des vérités admissibles dans les élémens d'une science positive. D'ailleurs, quand on pourrait prouver la présence de l'azote dans les terres, et sa propriété alcalifiante ou alcaligène, dont je parlerai comme d'une idée, mais seulement une idée qui m'appartient, on n'aurait encore fait qu'une petite partie de l'analyse de la chaux; car il faudrait savoir, et ce qui est combiné avec l'azote dans cette terre, et la proportion de ses principes, et leur différence dans les autres terres alcalines. Il n'y a donc encore aucune connaissance positive sur la composition intime de la chaux.

21. La chaux est un des corps terreux que la nature emploie le plus abondamment et le plus souvent à ses nombreuses combinaisons. Outre les couches immenses de sels calcaires déposés dans les montagnes et dans les plaines; outre les composés pierreux très-multipliés et très-diversifiés dont elle est un des principes, on trouve la chaux, souvent même pure, dans les substances végétales. Dans les matières animales, elle est unie à plusieurs acides différens; c'est une des terres qui y passe ou qui s'y forme en plus grande quantité, et qui est le plus nécessaire à leur existence. On ne sait pas encore si elle y est apportée par les engrais et par les alimens, ou si elle se compose de leurs organes. En étudiant les propriétés de la chaux, comme on l'a fait depuis quarante ans, on a beaucoup avancé la philosophie naturelle, et on a employé cette terre comme un instrument très-précieux d'analyse.

22. Il n'y aucune matière plus utile aux arts et plus employée que la chaux : elle fait la base de beaucoup d'ouvrages de construction ; elle en lie et en joint les matériaux ; elle constitue la solidité des mortiers et des ciemens ; elle sert à la préparation des stucs. On en forme un enduit ou couche de peinture grossière sur les murs. Les anciens en mettaient une couche épaisse sur un premier lit de noir ; et, en la grattant, ils en formaient des dessins grossiers. On l'emploie dans les verreries, dans les lessives, dans la fabrication des savons ; on en impregne la surface interne des tonneaux pour conserver l'eau à la mer ; on en recouvre les matières animales pour les dessécher et les défendre contre la putréfaction. Elle entre dans une foule de préparations de matières végétales et animales, dans la teinture, la tannerie, etc. etc.

23. En médecine, l'eau de chaux, plus ou moins étendue d'eau ou mêlée à différens liquides, est prescrite dans les ulcères internes ou externes, comme lithontriptique. Dans ce dernier cas, elle ne jouit pas, à beaucoup près, des vertus qu'on lui a attribuées. On a cru observer que son usage indiscret ou trop long temps continué portait dans les fluides une tendance manifeste à la septicité. L'eau de chaux est plus utile, comme antacide ou absorbante, en absorbant rapidement le gaz acide carbonique qui distend les intestins ; comme carminative, elle guérit facilement les tympanites intestinales : il ne faut pas la comparer cependant aux alcalis, dont elle n'a point l'énergie sur les matières animales.

24. C'est sur-tout en agriculture que la chaux offre de grands et importans usages ; on s'en sert avec un succès éclatant, comme d'un engrais propre à diviser les terres, à hâter la végétation, à échauffer des terres trop froides, trop denses, trop argileuses, à détruire les insectes et les mauvaises herbes qui infectent souvent des champs entiers. Elle détruit sur-tout la carie des bleds, et empêche sa reproduction en annullant sa propriété contagieuse. On appelle *chaulage*

son emploi dans ce cas ; il consiste à tremper quelques instans et à frotter les grains avec de la chaux délayée dans de l'eau tiède, avant de les employer en semence. Une heureuse expérience garantit le succès de ce procédé.

25. En chimie, la chaux est un des principaux agens des laboratoires. On la dissout dans l'eau pour préparer l'eau de chaux, l'un des réactifs les plus nécessaires et les plus fréquens : elle sert à rendre les alcalis caustiques, à décomposer beaucoup de sels, de dissolutions métalliques, les savons, à reconnaître la présence de l'acide carbonique, à déterminer sa quantité, etc. etc. On mêle la chaux avec le blanc d'œuf, et on applique ce lut sur les jointures des vases de verre auxquels il adhère fortement, et qu'il bouche exactement. Le même mélange est employé pour raccommoder les vaisseaux de verre et de terre fêlés, et pour les conserver quelque temps en arrêtant leur rupture et l'écartement total de leurs parties.

ARTICLE VIII.

Des alcalis en général.

1. Le mot alcali nous vient des Arabes : écrit d'abord par un *k*, il est tiré du mot *kaly*, plante dont on extrait l'espèce de ses bases la plus anciennement connue et la première employée. Les Arabes, en ajoutant la particule *al*, ont voulu exprimer la force ou la supériorité du sel qu'on obtient de la plante sur la plante elle-même. J'ai ôté le *k* de ce mot, et j'y ai substitué un *c*, parce que cette lettre, peu utile et peu expressive dans notre langue, n'y fait qu'un double emploi, et n'est ici propre qu'à donner de l'embarras à ceux qui étudient.

2. Parmi les substances terreuses dont on vient de faire l'histoire, on rangeait naguère encore deux espèces qui ont des propriétés alcalines très-marquées et que je rapporte aux

alcalis proprement dits, soit en raison de l'énergie de ces propriétés, soit à cause de la force d'attraction qu'elles exercent sur les acides. La barite et la strontiane se rapprochent en effet tellement des alcalis, que leur rang ne peut être éloigné de celui de ces corps, et qu'il est même impossible à certains égards de ne pas les comprendre dans le même genre.

3. Il est un certain nombre de propriétés dont jouissent presque exclusivement les alcalis, et qu'on exprime à cause de cela par le nom de propriétés alcalines. La saveur âcre et analogue à celle des matières animales pourries est un caractère alcalin; on la désigne par le nom de saveur urineuse, parce qu'elle ressemble à celle de l'urine pourrie, qui n'est telle elle-même que par l'espèce d'alcali qui s'y forme dans ce cas. Tout alcali verdit plus ou moins le sirop de violettes, le rouge des œillets, des roses, l'écorce des raves, la teinture bleuâtre de la mauve, et fait passer au rouge brun ou au violet foncé la teinture jaune de curcuma ou *terra merita*. Les alcalis ont de plus la propriété de s'unir facilement aux acides et de former avec eux des sels proprement dits; voilà pourquoi on les comprend parmi les bases salifiables, et on les place même dans le premier rang de ces bases, par rapport aux propriétés salines qu'ils communiquent aux acides, et à la force avec laquelle ils y adhèrent.

4. L'énergie des matières alcalines sur les substances animales est infiniment plus grande que celle des terres alcalines. Tous les alcalis n'ont cependant pas la même action vénéneuse sur les animaux que la barite; mais ils dissolvent les matières animales, les ramollissent, les réduisent en bouillie, et les décomposent entièrement comme on l'expliquera par la suite.

5. Je connais cinq espèces d'alcalis bien distinctes les unes des autres. Quatre peuvent être regardées comme des alcalis fixes, non parce qu'elles jouissent toutes d'une fixité absolue, car on peut en sublimer deux par un grand feu, mais parce qu'en les comparant à la cinquième, qui est facile à réduire

en vapeur ou en gaz, elles sont véritablement très-difficiles à vaporiser. Aussi cette cinquième espèce a-t-elle été nommée, par opposition à deux des premières seulement connues autrefois, alcali volatil. Les noms de ces cinq alcalis adoptés aujourd'hui, sont ceux de *barite*, *potasse*, *soude*, *strontiane* et *ammoniaque*.

6. Tous les alcalis sont inaltérables au feu; quoique sublimés, ou fondus, ou réduits en vapeur, ils n'ont rien perdu de leur nature et de leurs propriétés. Tous sont inactifs sur le gaz oxigène et sur le gaz azote; tous absorbent de l'atmosphère l'eau et l'acide carbonique qui y sont dissous. Tous n'agissent point sur le gaz hidrogène, ni sur le carbone, ni sur le diamant, mais s'unissent au phosphore, au soufre, aux gaz hidrogènes phosphoré et sulfuré. Tous, sans se combiner aux métaux, sont souvent susceptibles d'en favoriser l'oxidation par l'eau qu'ils rendent plus décomposable par ces corps combustibles.

7. Les alcalis s'unissent tous à l'eau avec plus ou moins de force; ils en dégagent du calorique et la rendent plus dense qu'elle ne l'est dans son état naturel. Ils se combinent aussi avec plusieurs oxides métalliques qui exercent souvent à leur égard une action analogue à celle des acides.

8. Les attractions et les combinaisons des alcalis avec les acides donnent naissance à des sels dont les propriétés varient suivant les espèces d'acides et de bases alcalines unies ensemble. Leurs attractions relatives entre eux pour la généralité des acides est constamment dans l'ordre suivant, la barite, la potasse, la soude, la strontiane et l'ammoniaque; par rapport aux autres bases salifiables, la barite est constamment plus forte que la chaux; la potasse et la soude ne cèdent que quelquefois seulement à la chaux qu'elles déplacent aussi souvent; elles sont constamment plus fortes que la magnésie, l'alumine, la glucine et la zircone. L'ammoniaque ne dégage qu'en partie la magnésie de ses composés salins, et sépare

presque toujours entièrement les trois dernières de ces terres. On verra, dans l'histoire des sels, que c'est à ces attractions que tiennent leurs propriétés les plus remarquables.

9. Les terres éprouvent en général peu d'altération de la part des alcalis; la silice et l'alumine sont les deux seules qui s'y dissolvent et qui y adhèrent plus ou moins fortement. On les unit ensemble, soit par la voie sèche, soit par la voie humide.

10. Les cinq espèces d'alcalis ne contractent point de véritable union ensemble, et ne réagissent point les unes sur les autres. Elles ne font que se déplacer de leurs combinaisons respectives suivant la diversité de leurs attractions pour les différens corps.

11. On les trouve toutes cinq assez abondamment dans la nature, jamais pures et isolées, mais en combinaison soit avec les acides et en état de sels, soit avec les terres et à l'état de pierres. On trouve souvent leurs composés salins dans les sucs des végétaux et dans les humeurs animales. Autrefois même lorsqu'on ne comptait que trois espèces d'alcalis, la potasse, la soude et l'ammoniaque, l'un de ces alcalis, la soude, passait pour appartenir spécialement aux minéraux, la potasse aux plantes, et l'ammoniaque aux animaux; mais on a reconnu que ce partage étoit bien moins exclusif qu'on ne l'avait cru pendant long temps, et que chacune de ces bases salifiables se trouvait indifféremment dans l'une ou l'autre de ces trois classes de corps. Cependant la barite et la strontiane n'ont encore été rencontrées que parmi les fossiles.

12. Sur les cinq espèces d'alcalis, il n'y en a qu'une dont on connaisse exactement la nature ou la composition. On a fait une analyse exacte de l'ammoniaque, et on l'a confirmée par la synthèse. Cette connaissance acquise a conduit à proposer quelques opinions ou quelques vues sur les principes de la potasse et de la soude qui n'ont point encore été décomposées; mais ces vues ne doivent être prises encore que pour

des hypothèses. J'ai soupçonné et annoncé le premier, en 1787, que l'azote, élément bien reconnu de l'ammoniaque, pourrait bien être le principe général des alcalis, l'*alcalifiant* ou l'*alcaligène*. C'est d'après moi que plusieurs chimistes ont regardé, mais trop précipitamment sans doute, cette opinion comme une vérité démontrée. Je dois donc dire ici que quoique ce soupçon n'ait été renversé par aucune tentative, il n'a pas non plus été converti en un fait prouvé par aucune expérience positive, que les recherches qu'on a faites pour l'appuyer n'ont point eu encore le succès que j'en avais auguré, et que pour l'admettre comme un point de doctrine il manque une suite de données expérimentales.

13. On ne peut nier qu'il ne soit très-vraisemblable que les propriétés alcalines qui se rapprochent non-seulement dans ces deux alcalis fixes, mais encore dans la barite, la strontiane et la chaux, sont dues à un principe identique; on ne peut s'empêcher de reconnaître que des deux matériaux qu'on a trouvées dans l'analyse de l'ammoniaque, l'azote paraît être celui qu'on peut regarder comme le principe alcalifiant, que cette idée est d'accord avec la tendance qu'ont toutes les substances qui renferment l'azote à contenir en même temps de l'alcali, qu'il serait aussi très-conséquent à la simplicité et à l'uniformité des vues de la nature de considérer l'air atmosphérique comme un mélange d'oxigène et d'alcaligène, puisque son influence paraît être également marquée et nécessaire dans la formation des acides et des alcalis, dans l'acidification et l'alcalisation. Mais tout cela n'est encore qu'un frêle assemblage d'hypothèses, et continuera de l'être, tant que des expériences exactes, semblables à celles qui ont été faites sur les acides, ne prononceront pas sur les quatre autres espèces d'alcalis; et comme je montrerai dans les articles suivans qu'il n'y a point encore de pareils résultats en chimie, je dois plus qu'un autre encore, comme premier auteur de cette idée, ne la présenter que pour un apperçu fort éloigné de cette démons-

tration rigoureuse qui est nécessaire aujourd'hui pour convaincre sur la nature des corps.

14. Il est d'autant plus urgent d'adopter cette opinion sage, que je n'avois proposé mon hypothèse que sur la potasse et la soude, que je comparais, par quelques notions qui seront exposées plus bas, à la chaux et à la magnésie, et que depuis cette proposition, qui remonte à quinze ans, non-seulement aucun fait rigoureusement prouvé n'a confirmé mon premier soupçon, mais que la découverte de la barite et de la strontiane, la connaissance plus intime de leurs propriétés remarquables, la nécessité que me fait l'état de la science de les comprendre au nombre des vrais alcalis, affaiblissent encore les bases de mon ancienne hypothèse, et que je n'ai plus enfin cette opposition comparée de deux alcalis fixes à deux terres légèrement alcalisées, qui m'avait en grande partie suggéré le soupçon hypothétique dont je parle.

ARTICLE IX.

De la barite.

1. La barite tire son nom d'un mot grec qui signifie pesant, parce que c'est la plus pesante de toutes les bases salifiables terreuses et alcalines. On l'a d'abord nommée, à cause de cette propriété, *terre pesante* et *barote*. M. Kirwan et Bergman l'avaient désignée sous le nom latin de *barites*; et c'est ce mot que les nomenclateurs français ont traduit dans leur langue: il est adopté aujourd'hui généralement. On l'avait regardée généralement jusqu'ici comme une terre; non-seulement je la place parmi les alcalis, mais je la place la première de leurs espèces, parce que ses propriétés alcalines sont les plus énergiques, et son attraction avec les acides la plus forte.

2. La barite a long temps été confondue avec la terre absorbante ou calcaire, même par Margraff et le cit. Monnet qui, en

examinant le *spath pesant* d'où on la tire, y avaient cependant déja remarqué quelques différences d'avec les matières calcaires. Gahn et Schéele, chimistes suédois, sont les premiers qui l'ont distinguée, en 1774, et qui, en la nommant *terre pesante*, en ont décrit quelques-uns des caractères les plus essentiels. Depuis leur découverte tous les chimistes ont confirmé la distinction de cette espèce de bases salifiables, mais tous l'ont confondue avec les terres. Ceux qui ont beaucoup ajouté aux premiers travaux des suédois, et à qui l'on doit toute l'étendue des connaissances exactes qu'on a aujourd'hui sur la barite, sont MM. Hope en Écosse, Pelletier Vauquelin et moi en France.

3. La barite n'existe jamais pure parmi les productions naturelles où elle est contenue, mais combinée avec divers acides ou avec plusieurs terres. Avant les recherches des derniers chimistes cités ci-dessus, on ne connaissait point la barite pure; on ne savait pas l'extraire ou l'obtenir dans cet état, et on employait pour elle une de ses combinaisons avec l'acide carbonique. Pour la séparer de ses composés et l'avoir dans un véritable état de pureté, on a recours à des procédés différens, suivant la nature des combinaisons baritiques que l'on traite. Sans entrer ici dans des détails qui appartiennent tout entiers à l'histoire des sels, il faut cependant savoir que l'on extrait la barite du carbonate ou du sulfate de cet alcali que la nature présente abondamment, sur-tout le dernier. On calcine le premier de ces sels dans un creuset au milieu du charbon avec lequel on l'a mêlé, et qui favorise le dégagement de l'acide carbonique. Le sulfate de barite en poudre fine, doit être mêlé avec un huitième de son poids de poussière de charbon, et chauffé plusieurs heures au rouge dans un creuset; on dissout le sulfure de barite qui en résulte dans l'eau, on y verse de l'acide nitrique qui en précipite le soufre; on fait évaporer et cristalliser le nitrate de barite qu'on chauffe ensuite fortement dans une cornue et

qui, par la décomposition totale de son acide nitrique, laisse la barite pure. Souvent on ajoute de l'acide muriatique à la dissolution de sulfure de barite; on précipite le muriate de barite par un alcali saturé d'acide carbonique, et l'on calcine le carbonate de barite précipité avec du charbon, qui facilite, comme on l'a déja dit, la volatilisation de l'acide carbonique. Ce dernier procédé, comme celui de la calcination du carbonate de barite natif au milieu du charbon, procédé qui est dû à M. Hope d'Edimbourg, ne fournit pas la barite bien pure; il n'y a que la décomposition du nitrate de cette base, par le feu, qui la donne dans cet état. Ce dernier moyen est dû au citoyen Vauquelin.

4. La barite obtenue par les procédés indiqués est ordinairement sous la forme de petites masses grises, poreuses, assez solides, fusibles, cassantes par une assez forte pression, d'une saveur âcre, brûlante, urineuse, caustique, et qui est promptement vénéneuse quand elle agit sur l'estomac et les intestins. Sa pesanteur est à celle de l'eau comme 4 est à 1. Elle détruit et désorganise les substances animales comme le font les autres alcalis fixes. Elle les décompose, les convertit en ammoniaque et en huile. Elle verdit fortement les couleurs bleues végétales, et attaque même dans leur composition plusieurs de ces parties colorantes. Toutes ces propriétés la rapprochent entièrement de la potasse et de la soude, avec laquelle on lui reconnaîtra encore plusieurs autres analogies aussi marquées par la suite.

5. La lumière n'altère en aucune manière la barite. Chauffée au chalumeau sur un charbon, elle se fond en un globule gris opaque, qui s'éparpille bientôt et s'étale sur la surface de ce corps combustible. Traitée au feu, dans un creuset ou une cornue de porcelaine qu'on fait rougir, elle se ramollit, se fond, s'applique aux parois de ces vases, et y forme une espèce de couverte verdâtre qui y adhère très-fortement. Si on la chauffe moins vivement, elle se durcit et prend une nuance verte bleuâtre dans son intérieur.

6. Elle n'absorbe ni le gaz oxigène ni le gaz azote, et n'a aucune action sur leurs bases qu'elle n'enlève à aucun corps. Exposée à l'air, sur-tout lorsqu'il est humide, elle se gonfle en quelques minutes, s'échauffe, se divise en une poussière blanche qui occupe plusieurs fois son volume primitif. Elle perd une partie de son âcreté, augmente de poids jusqu'à 0,22. C'est à l'absorption de l'eau atmosphérique que ces phénomènes sont dus. Ils ont lieu d'une manière plus prompte et plus sensible, en raison de la transpiration de la peau, lorsqu'on expose quelques fragmens de cet alcali bien pur et bien caustique sur la main. Elle blanchit sur-le-champ par la surface qui touche la peau, elle se boursouffle, tombe en poussière et produit tant de chaleur qu'il est difficile de supporter quelque temps cet effet. L'absorption et la fixation de l'eau atmosphérique, ainsi que le dégagement du calorique, par la barite bien préparée et très-pure, sont tellement énergiques, et dilatent si fortement cette substance alcaline, que lorsqu'on expose à cette extinction, (car c'est le nom que doit porter ce phénomène analogue à celui qui a déja été décrit dans l'histoire de la chaux) qu'une portion de barite fondue étant exposée à l'air sur un fragment de porcelaine, celle-ci est brisée avec éclat par l'effort qu'exercent les molécules dilatées de cette base alcaline. Lorsque ce premier effet produit par l'absorption de l'eau atmosphérique est passé, lorsque la barite est tout-à-fait éteinte, elle absorbe ensuite l'acide carbonique de l'atmosphère, elle perd toujours de plus en plus sa saveur âcre et devient effervescente.

7. Parmi les six genres de corps combustibles indécomposés dont l'histoire a été faite dans la seconde section de cet ouvrage après l'azote, il n'y en a que deux sur lesquels la barite paraisse exercer quelqu'attraction, car elle ne s'unit point à l'hidrogène ni au gaz hidrogène, et elle n'éprouve aucune altération de la part du carbone, du diamant et des métaux auxquels elle n'en fait non plus éprouver aucune. Les deux corps com-

bustibles sur lesquels agit la barite, sont le phosphore et le soufre. On n'avait qu'une faible idée de cette action, et on ne l'avait entrevue que par des procédés compliqués, avant qu'on eut le moyen d'obtenir la barite dans l'état de pureté où on la connaît, et où on l'emploie aujourd'hui. Quand on fait chauffer la barite avec le phosphore dans un tube de verre un peu épais qu'on plonge au milieu de charbons allumés, ces deux corps s'unissent assez rapidement. Le composé qui en résulte est noirâtre ou brun brillant presque comme une matière métallique très-fusible, répandant, lorsqu'on l'humecte, une odeur forte et fétide, lumineux dans l'obscurité, décomposable à l'air, donnant avec l'eau qu'il décompose du gaz hidrogène phosphoré, et se convertissant peu-à-peu par l'air et par l'eau en phosphate de barite. On doit nommer ce composé phosphure de barite.

8. Une combinaison analogue à la précédente a lieu entre la barite et le soufre. A froid, ces deux corps n'exercent aucune action l'un sur l'autre. A l'aide de l'eau chaude, la barite dissout plus du quart de son poids de soufre. Chauffées dans un creuset ces matières bien mélangées se fondent dès qu'elles sont bien rouges : il en résulte une masse d'un jaune rougeâtre qui est très-dissoluble, plus dans l'eau bouillante que dans l'eau froide, décomposant tout-à-coup ce liquide, le saturant d'hidrogène sulfuré, déposant par le refroidissement des cristaux d'hidrosulfure de barite très-variés dans leur forme et affectant tantôt celle de petites aiguilles, tantôt celle de prismes hexaèdres assez volumineux, quelquefois celle d'octaèdres, souvent encore celle de petites lames hexagones brillantes et micacées. Au moment où la dissolution du sulfure de barite a lieu, elle prend une odeur fétide de gaz hidrogène sulfuré : avant d'être uni à l'eau, ce sulfure solide est absolument inodore. La liqueur qui a déposé des cristaux d'hidrosulfure de barite retient un sulfure hidrogéné de la même base. Exposée à l'air, la dissolution de sulfure de barite

devient d'un jaune citron. On voit souvent des cristaux d'hidrosulfure de barite avec des taches ou des lames jaunes au milieu de leurs masses blanches.

Ce sulfure de barite est très-remarquable par l'extrême promptitude avec laquelle il décompose l'eau par la quantité d'hidrogène sulfuré auquel il s'unit, qu'il retient et avec lequel il forme de l'hidrosulfure baritique condensé, par la difficulté et la lenteur avec lesquelles l'air décompose ce dernier, ainsi que par la grande proportion de gaz hidrogène sulfuré qui s'en dégage sans précipitation de soufre, lorsqu'on le traite par les acides. Le citoyen Berthollet, qui a examiné avec soin ce corps dissous dans l'eau, et qui, le premier, l'a nommé hidrosulfure de barite, a considéré l'union de l'hidrogène sulfuré avec la barite comme faisant fonction d'un acide. La rougeur que donne à la teinture de tournesol le gaz hidrogène sulfuré, son absorption et sa combinaison prompte avec la dissolution de barite, la cristallisation saline formée par cette combinaison, sa permanence à l'air, sa décomposition par les acides qui en dégagent le gaz hidrogène sulfuré avec une vive effervescence, enfin la plus grande attraction que l'hidrogène sulfuré exerce sur la barite dont il sépare et précipite le soufre, puisqu'il décompose le sulfure de barite, autorisent et fortifient cette opinion.

On doit donc distinguer trois genres de combinaison du soufre avec la barite. Dans l'une, le soufre y est seul et immédiatement uni, comme lorsqu'on l'a chauffé à sec avec la barite; c'est du sulfure de barite simple. Dans l'autre, le soufre combiné avec l'hidrogène y est à l'état d'hidrosulfure de barite: on obtient cette dernière combinaison en faisant passer du gaz hidrogène sulfuré dans de l'eau où l'on a délayé de la barite; celle-ci devient plus dissoluble qu'elle ne l'est seule, à mesure qu'elle se combine avec l'hidrogène sulfuré, qui se condense et est absorbé par la liqueur. Enfin, entre ce dernier état d'hidrosulfure et celui de sulfure de barite, le caractère distinc-

tif du premier étant de ne donner par les acides que du gaz hidrogène sulfuré et point de soufre précipité, et le caractère du second traité au feu à sec étant de ne donner que du soufre sublimé sans gaz hidrogène sulfuré, entre les deux termes extrêmes de combinaison se trouve un troisième genre en quelque sorte intermédiaire d'union où le sulfure de barite tient en dissolution plus ou moins d'hidrogène sulfuré, de sorte qu'il donne tout-à-la-fois par les acides qui le décomposent, et du gaz hidrogène sulfuré qui se dégage, et du soufre qui se précipite. Le citoyen Berthollet désigne cette combinaison moyenne par le nom de *sulfure de barite hidrogéné*. Il paraît que la barite doit dissoudre au moins un dixième de son poids de soufre, pour être dans l'état de sulfure; au reste on ne connait point encore le *maximum* de cette dissolubilité du soufre. On observera que ce qui vient d'être dit ici de l'union du soufre avec la barite et des trois principaux états de cette combinaison, savoir de *sulfure*, de *sulfure hidrogéné* et d'*hidrosulfure* peut être appliqué en général à toutes les matières alcalines.

10. La barite a beaucoup d'attraction pour l'eau. Tous les phénomènes qu'elle présente avec ce corps à l'état liquide sont très-importans à bien connaître. Si l'on jette un peu d'eau sur la barite bien caustique et bien vive en fragmens, elle bouillonne avec bruit, s'échauffe beaucoup, augmente de volume et se change en une matière boursouflée, ou comme gonflée et blanche. Si l'on met assez d'eau pour la délayer, après s'être échauffée et boursouflée, elle se durcit et se cristallise en refroidissant; elle prend une grande consistance, et conserve sous une forme aiguillée l'apparence d'une pierre qui, au bout de quelque temps, se divise et se réduit spontanément en poussière à l'air. Si l'on emploie plus d'eau que dans les deux premières expériences, la barite se dissout entièrement dans ce liquide. L'eau froide en prend un vingtième de son poids. Cette dissolution verdit fortement le sirop de violette et en détruit bientôt la couleur. Exposée à l'air elle

se couvre promptement d'une pellicule épaisse, qui se reproduit à mesure qu'on l'enlève. Cet effet est dû à l'absorption de l'acide carbonique de l'atmosphère ; évaporée dans des vaisseaux fermés, la dissolution de barite laisse cet alcali pur.

L'eau bouillante dissout la moitié de son poids de barite bien pure. Cette dissolution se cristallise en refroidissant; elle fournit de longs prismes à quatre pans, transparens et blancs, qui s'effleurissent à l'air, perdent un peu de leur eau de cristallisation, et absorbent l'acide carbonique atmosphérique.

11. On ignore presqu'entièrement encore les combinaisons que la barite est susceptible de faire avec les oxides métalliques. Il paraît qu'elle peut s'unir à plusieurs d'entre eux, comme aux acides, quoique moins facilement et moins généralement. On verra dans l'histoire du plomb qu'elle dissout très-bien l'oxide de ce métal.

12. La barite s'unit très-facilement à tous les acides. Elle adhère si fortement à ces corps qu'elle forme avec eux les composés salins les plus permanens et les plus difficiles de tous à décomposer : c'est sur-tout par cette propriété qu'elle mérite le premier rang que je lui assigne parmi les alcalis. La plupart des sels dont elle fait la base sont, ou peu dissolubles et pulvérulens, ou dissolubles et bien cristallisables : c'est la base qui a le plus d'attraction pour tous les acides, et qui les enlève presque tous à toutes les autres. Il suffit ici de ces notions générales, parce que les sels qu'elle constitue seront examinés en particulier et en détail dans la section suivante.

13. La barite a une action marquée par la voie sèche sur la silice et l'alumine dont elle opère la fusion vitreuse à une haute température ; elle prend et donne à ces terres dans leur vitrification une couleur verte ou bleuâtre, qui a fait soupçonner qu'elle était formée d'un oxide métallique. Avec la zircone elle est aussi susceptible de se fondre en verre ;

elle ne la dissout pas plus que les deux premières terres par la voie humide; elle la précipite de ses dissolutions dans les acides, comme elle le fait à l'égard de l'alumine; elle ne s'unit à aucune des autres terres par la voie humide, mais s'y combine plus ou moins par l'action du feu en formant avec elles des composés plus ou moins vitreux. Dans cette union, opérée entre la barite, la silice et l'alumine, union qui la rapproche encore de la potasse et de la soude, la barite perd une partie de sa saveur et de sa dissolubilité, et donne à la première de ces deux terres, indissoluble par elle-même dans les acides, ce grand état de division qui favorise sa solubilité dans les liquides. Elle peut donc servir à l'analyse des pierres dures, comme la potasse et la soude; et il est facile de prévoir que de pareilles combinaisons entre la barite la silice ou l'alumine, peuvent former quelques composés pierreux naturels que la chimie minéralogique fera quelque jour reconnaître parmi les fossiles mal déterminés encore.

14. Quelques chimistes modernes ont pensé que la barite n'était que l'oxide d'un métal encore inconnu et très-difficilement réductible. Ils ont été conduits à cette opinion par sa pesanteur plus grande que celle d'aucune autre base terreuse ou alcaline, par celle des composés salins dont elle fait partie, par la coloration qu'elle contracte seule au feu et qu'elle donne aux terres avec lesquelles on la combine à l'aide de la fusion, par les précipités analogues à ceux des dissolutions métalliques qu'elle fournit dans quelques circonstances. Telle a été long temps l'opinion du célèbre Bergman: telle était celle de l'illustre Lavoisier, qu'il étendait en général à toutes les matières terreuses. On avait même assuré que Gahn, médecin suédois, était parvenu à obtenir le métal de la barite; mais ce fait n'a point été confirmé; et tant qu'on n'aura pas trouvé de procédé pour décomposer ce prétendu oxide, en séparer le métal et l'oxigène, comme on l'a fait pour tous les corps qu'on range dans l'ordre des métaux, l'opinion sur

la prétendue nature métallique de la barite, ainsi que sur celle des autres bases salifiables sur-tout terreuses, ne sera qu'une pure hypothèse. Son rapprochement des alcalis fixes, si naturel aujourd'hui, ôte encore à cette idée une partie de son ancienne vraisemblance.

15. La barite dans son état de pureté n'est d'usage que dans les laboratoires de chimie, pour en former des sels et apprécier les attractions des bases avec les acides. Ses dissolutions dans l'eau et dans les acides sont employés comme des réactifs très-utiles.

Si on parvenait à l'obtenir abondamment et facilement, elle deviendrait très-utile dans les manufactures, pour décomposer beaucoup de sels et obtenir leurs bases pures, comme je le ferai voir dans plusieurs articles de la section suivante. Déja les dernières découvertes auxquelles elle a donné naissance, celle de ses fortes attractions, celle d'absorber et de solidifier l'eau, et de prendre une grande dureté dans son extinction, ont contribué aux progrès de la science, et doivent influer sur les procédés des arts.

Quelques médecins ont cru qu'on pourrait employer la barite comme un médicament très-énergique; et ils ne l'ont à la vérité donnée encore que combinée avec l'acide muriatique. Il y a tout lieu de croire que cette base alcaline pure est un violent poison, puisque même unie à l'acide carbonique, et ayant perdu toute saveur acre par cette union, elle empoisonne fortement les animaux. Les mammifères à qui on en a fait prendre ont éprouvé des douleurs aigues, des convulsions, des vomissemens et la mort. On a trouvé leur estomac et leurs intestins enflammés, tachés, sphacélés et même comme corrodés dans quelques points: son administration médicinale exige donc une grande prudence.

ARTICLE X.

De la potasse.

1. Il y a long temp qu'on connaît dans les arts et dans le commerce, sous le nom de potasse, une matière alcaline âcre, brûlante, caustique, déliquescente à l'air, qu'on prépare dans le nord de l'Europe et dans l'Amérique septentrionale, en faisant brûler les bois des forêts inexploitables, et en calcinant leurs cendres jusqu'à leur faire éprouver une fusion plus ou moins complète. Ce mot est formé de deux autres mots allemands, et veut dire *cendre de pots*, parce qu'on a long temps calciné cet alcali dans des pots. On a aussi désigné cette espèce d'alcali par les noms d'*alcali fixe*, parce que long temps on l'a connu seul et regardé comme l'alcali par excellence; d'*alcali du nitre*, d'*alcali du tartre*, parce qu'on le tire souvent de ces deux substances; d'*alcali végétal*, de *sel fixe des plantes*, parce qu'on l'obtient abondamment des végétaux brûlés; d'*alcali déliquescent*, parce qu'on l'a cru le seul des alcalis qui eut la propriété d'attirer l'humidité de l'air. Tout récemment un célèbre chimiste de Berlin a proposé de le reconnaître par le simple mot d'*alcali*, on verra bientôt pourquoi; mais, outre que cette expression serait ainsi enlevée en quelque sorte au genre de ces bases qu'elle caractérise, ce serait perpétuer une ancienne erreur, puisque la plante nommée *kali* dont elle rappellerait l'origine, n'est point celle qui fournit cette espèce; d'ailleurs le mot potasse est adopté depuis douze ans, et ce ne doit pas être pour une dénomination inexacte, erronée même, qu'on doit abandonner une dénomination généralement reçue.

2. La potasse n'est bien connue dans son état de pureté que depuis quelques années. Ce n'a pas même été immédiatement après la découverte de Black sur les deux états des

substances alcalines, leur causticité et leur adoucissement, comme le disait ce célèbre chimiste, qu'on a eu des notions exactes sur ses propriétés; et j'ai depuis dix-huit ans averti fréquemment les chimistes qu'ils n'avaient presque jamais obtenu la potasse bien pure, bien caustique, bien séparée de toute matière étrangère, et jouissant de toute l'énergie qui la caractérise lorsqu'elle a été convenablement préparée. Outre qu'on ignorait entièrement ses caractères, sa causticité réelle et toutes ses propriétés distinctes avant la découverte de Black, depuis cette découverte on a été long temps encore sans lui donner toute sa pureté, toute sa causticité, sans lui enlever tout l'acide carbonique qu'elle contient ordinairement, et sans la séparer entièrement des terres et des sels qui lui sont si fréquemment unis. Le citoyen Berthollet est le premier qui ait donné en 1787 un procédé exact pour obtenir cet alcali bien pur : ce n'est que depuis ce temps qu'on a bien reconnu et décrit ses propriétés.

3. La potasse existe très-abondamment dans la nature. On l'a d'abord retirée des végétaux par leur combustion et leur incinération; les chimistes sont encore aujourd'hui partagés d'opinion sur son existence dans les plantes; les uns pensent qu'elle y est toute formée, toute contenue, et qu'on ne fait que l'extraire par l'action du feu; les autres croient qu'elle se forme pendant qu'on les brûle et qu'on chauffe fortement leurs cendres. On verra par la suite que la première opinion paraît être beaucoup mieux fondée que la seconde. Les plantes en donnent souvent d'autant plus qu'elles sont plus molles et plus herbacées; on en tire en général davantage des bois tendres que des bois durs; on en extrait beaucoup plus de quelques plantes que d'autres, et spécialement davantage des enveloppes des fruits que des autres parties végétales. On ne trouve que rarement et peu abondamment la potasse dans les substances animales. M. Klaproth de Berlin a découvert en ventose de la cinquième année de

la République française (mars 1797) cet alcali dans plusieurs productions volcaniques à une dose même très-considérable, celle de 0,20 : sa découverte a été confirmée à Paris par le citoyen Vauquelin, et il y a tout lieu de croire qu'elle sera étendue à un grand nombre d'autres fossiles.

Ainsi la potasse n'est plus un alcali particulier aux plantes; elle existe dans les minéraux, sur-tout dans un grand nombre de pierres et de terres, d'où il y a lieu de croire qu'elle passe immédiatement dans les végétaux par leurs racines. Elle n'est jamais pure et isolée dans les matières naturelles, mais toujours intimement combinée soit avec des terres et dans l'état pierreux, soit avec des acides et sous la forme de sels. Il faut donc la séparer de ses combinaisons pour l'avoir pure.

4. Quoique les matières d'où on extrait la potasse n'aient point été traitées dans l'ordre qui a été adopté ici, il est cependant indispensable de dire un mot de la manière d'en séparer cet alcali, puisqu'il serait ridicule de parler de la potasse que la nature n'offre jamais pure au chimiste, sans indiquer au moins les moyens de la préparer. Après avoir brûlé et réduit en cendre les bois, les herbes, les écorces, les fruits sauvages, les tartres, les lies, etc., inutiles à d'autres usages, on lessive ces cendres, on évapore ces lessives à siccité et on calcine le *salin* qui en provient dans des fours ou des pots suffisamment chauffés. Le produit de cette opération est la potasse du commerce; elle est bien loin d'être pure. Pour l'obtenir telle, on la mêle avec le double de son poids de chaux, et huit ou dix fois le poids total du mélange d'eau de pluie; on fait bouillir deux ou trois heures; on filtre ou on tire à clair la lessive qu'on essaye avec de l'eau de chaux qu'elle ne doit pas précipiter, sans quoi on la passerait encore sur de la chaux vive. On évapore cette lessive dans une chaudière de fonte, à grand feu et en la poussant au gros bouillon, jusqu'à ce qu'elle prenne la consistance de miel clair à cinquante degrés de refroidissement.

A cette température, on verse dessus de l'alcool rectifié environ le tiers d'abord de la potasse employée ; on agite bien le mélange ; on le fait chauffer et bouillir quelques instans ; on verse le tout dans une bouteille où on la laisse refroidir. La matière se sépare en trois couches ; au fond se déposent des corps solides ; au dessus, une dissolution aqueuse de carbonate de potasse, et dans le haut, une liqueur alcoolique d'un rouge brun. On décante cette dernière avec un syphon, c'est une dissolution de potasse très-pure dans l'alcool ; on la reçoit dans une bassine d'argent ou de cuivre étamé ; on la fait évaporer rapidement jusqu'à ce que sous une couche sèche, noire et charboneuse qui se forme à la surface on voie une liqueur d'apparence huileuse, en fonte tranquille, qui se fige et se solidifie par le refroidissement. On enlève la croute ; on coule le liquide alcalin sur des assietes de faïence ; on le laisse se figer ; on le casse en fragmens, et on l'enferme dans un flacon.

5. La potasse pure, ainsi extraite de celle du commerce, est un corps solide blanc, susceptible de se cristalliser en prismes quadrangulaires, comprimés, très-longs, terminés par des pyramides aigues. Ces cristaux, qu'on n'obtient que des dissolutions très-concentrées, sont mous, peu durables et très-déliquescens. Leur saveur est si âcre et leur causticité si grande qu'ils dissolvent et ramollissent la peau au moment où ils la touchent, et paraissent gras et comme savonneux sous le doigt. La potasse en cet état ouvre très-rapidement des cautères : aussi en pharmacie, où on ne l'a cependant jamais véritablement caustique et aussi pure, on la nomme *pierre à cautère*. Elle dissout et réduit en gelée savonneuse toutes les matières animales molles ; elle verdit et altère la couleur des violettes, en la faisant passer au jaune brun. On n'en connaît pas la pesanteur spécifique, parce qu'il est impossible de la peser sans qu'elle s'altère.

6. La potasse n'agit point sur la lumière. Exposée au feu

dans des vaisseaux fermés, elle se ramollit et se liquéfie très-vîte; elle se prend en une masse blanche, opaque et grenue si on la laisse alors refroidir. Si on continue à la chauffer, elle se gonfle et se réduit en vapeur quand elle est rouge. En ouvrant le vase qui la contient, on la voit s'élever en une fumée blanche qui se condense sur les corps froids, qui pique les lèvres et les narines quand la vapeur frappe ces parties: ainsi ce n'est point un alcali fixe, comme on l'appellait autrefois; ou au moins elle ne l'est que comparativement à la cinquième espèce. Ainsi volatilisée, la potasse n'a point changé de nature: elle contracte une légère couleur verdâtre comme la barite. Ce n'est point à la terre des creusets qu'est due cette coloration, puisqu'elle a lieu dans des creusets d'argent et de platine.

7. Il n'y a aucune action entre la potasse et le gaz oxigène auquel cet alcali n'enlève que de l'eau lorsqu'il en tient en dissolution; il en est de même du gaz azote: ainsi ce n'est ni à l'un, ni à l'autre de ces corps qu'il faut attribuer l'effet de l'air sur cet alcali; mais bien à l'eau et à l'acide carbonique que contient l'atmosphère. La potasse exposée à l'air en attire puissamment l'humidité, se résout entièrement en liqueur et absorbe l'acide carbonique qui la sature peu à peu et la fait cristalliser à la longue; elle augmente de poids et devient ainsi effervescente avec les acides: aussi, pour la conserver bien pure et sèche, il faut la tenir dans des vaisseaux exactement fermés. La potasse enlève dans ce cas l'eau vraiment dissoute dans l'air, et diffère par là des hygromètres physiques qui n'indiquent que l'eau précipitée; c'est pour cela que, plongée dans de l'air refroidi à 10 degrés — 0, elle s'y ramollit et s'y dissout encore.

8. La potasse n'a pas d'attraction pour l'hidrogène; elle ne l'enlève, ni ne le sépare d'aucun corps, ni du calorique qui le tient en dissolution sous la forme de gaz hidrogène. On verra seulement par la suite, qu'en agissant sur les

composés qui contiennent en même temps de l'hidrogène et de l'azote, elle favorise leur combinaison réciproque et fait naître de l'ammoniaque quand la proportion de l'azote y est suffisante : c'est ainsi qu'elle dégage une odeur ammoniacale de toutes les matières animales et de quelques substances végétales au moment où elle les ramollit et les dissout.

9. On ne connaît aucune action directe entre la potasse et le carbone. Le charbon ne se dissout ni à chaud, ni à froid dans cet alcali ; mais il en est autrement du carbone combiné avec l'hidrogène qui constitue l'état huileux, comme on le verra par la suite. Il n'en est pas non plus de même du carbone par rapport à la potasse quand une fois elle est unie au soufre, ainsi qu'on va le dire, ni peut-être même de certains charbons très-hidrogénés dont elle dissout une portion plus ou mois grande lorsqu'on la chauffe fortement et assez long temps avec eux.

10. Il n'existe qu'une très-faible attraction entre la potasse et le phosphore. Ces deux corps ne s'unissent point quand on les chauffe à sec dans un creuset ou dans un tube de verre, comme on a coutume de le faire pour les combinaisons phosphorées. Le phosphore volatilisé traverse la potasse chaude sans s'y combiner. Il se forme seulement un peu de gaz hidrogène phosphoré aux dépens de l'eau que contient la potasse. Quoique ces deux corps n'aient que peu de tendance à s'unir, en les chauffant l'un et l'autre avec de l'eau, on se procure assez abondamment par là du gaz hidrogène phosphoré ; et c'est par cette action réciproque que le citoyen Gengembre a obtenu la première fois cette espèce remarquable de gaz. On voit ici, sans union sensible avec le phosphore la potasse favoriser la décomposition de l'eau par ce corps combustible, à l'aide de son attraction pour le phosphore acidifié : aussi trouve-t-on après l'expérience une proportion de phosphate de potasse formé, correspondante à celle du gaz hidrogène phosphoré obtenu. Cette décomposition est

aidée encore par l'attraction du phosphore pour l'oxigène et pour l'hidrogène. Le gaz hidrogène phosphoré qui se dégage prouve que l'hidrogène phosphoré ne contracte pas d'union avec la potasse.

11. Il y a une action beaucoup plus énergique entre le soufre et la potasse qu'entre cet alcali et le phosphore. En triturant à froid dans un mortier de verre ou de silex de la potasse solide et le tiers de son poids de soufre en poudre, ces deux matières s'échauffent promptement, le soufre perd sa couleur jaune et en acquiert une verdâtre. Il se dégage une odeur fétide comme alliacée; le mélange attire l'humidité et se ramollit; il est ensuite presqu'entièrement dissoluble dans l'eau. Si l'on chauffe dans un creuset une partie de soufre en poudre et deux de potasse bien broyées ensemble, le mélange se fond bien avant de rougir: on obtient par ce procédé du sulfure de potasse pur et sec. Ce n'est pas ordinairement ainsi que l'on prépare dans les laboratoires de chimie et de pharmacie ce composé dont on fait si fréquemment usage, et qu'on nommait autrefois *foie de soufre sec* ou *par la voie sèche.* Long temps encore, à cause de la rareté et de la cherté de la potasse bien pure, telle qu'elle est décrite ici, on préparera le sulfure de potasse solide avec cet alcali plus ou moins impur. On fait fondre communément deux parties de potasse du commerce et une partie de soufre dans un creuset. La potasse employée, outre la terre et les sels qu'elle contient, est de plus chargée d'acide carbonique; il est vrai qu'au moment où elle se combine avec le soufre par la fusion cet acide s'en dégage avec effervescence, et laisse la potasse caustique ou pure s'unir au soufre. Ainsi on peut à la rigueur pratiquer ce second procédé comme le premier; seulement il faut avoir l'attention de ne pas chauffer le mélange trop fortement afin de ne pas en volatiliser trop de soufre et afin d'éviter le bouillonnement qu'occasionne le dégagement trop prompt de l'acide carbonique en gaz. Quand

la fusion des matières est complète, on coule le composé fluide sur une plaque de marbre ou de porphyre polie; on le couvre d'un couvercle de terre; on le laisse refroidir, et on le casse en morceaux qu'on enferme sur-le-champ dans des vases de verre bien bouchés.

12. Le sulfure de potasse solide, et ainsi préparé, est d'une couleur brune assez éclatante, et assez semblable à celle du foie des animaux; ce qui lui a fait donner autrefois le nom de *foie de soufre*. Il devient promptement vert à l'air, et il passe ensuite au gris et même au blanc; il est dense, lisse et comme vitreux dans sa cassure, sans autre odeur que celle du soufre chauffé ou sublimé; il est âcre et caustique, et fait une tache brune sur sa peau; sa saveur est en même temps très-amère. A un feu violent, dans une cornue de porcelaine, il ne donne que du soufre, et la potasse reste pure au fond du vase. Toutes ces propriétés n'ont lieu que dans ce composé récemment préparé et bien pur: mais il est si peu permanent et si facilement décomposable par le contact de l'atmosphère, et sur-tout de l'eau en vapeur, conséquemment par l'air humide, il est si avide d'absorber l'eau par-tout où il la rencontre, qu'il est rare qu'on n'en retire pas du gaz hydrogène sulfuré par la distillation, à moins qu'on ne continue à le chauffer fortement dans le vase même où l'a préparé. Le sulfure de potasse est très-fusible; il verdit et détruit un grand nombre de couleurs végétales; il colore et ronge les matières animales, avec moins de force cependant que la potasse seule. Si on le chauffe à sec avec du charbon, il le dissout et s'y combine; si on le traite avec un acide sec, comme les acides phosphorique, boracique et arsénique sous la forme vitreuse, il s'en sépare du soufre sans gaz hidrogène sulfuré, et il reste un sel formé par l'acide employé uni à la potasse. Tout cela n'est applicable qu'au sulfure de potasse fait par la fonte, bien récent, bien solide, bien pur, inodore, non altéré par l'eau et par l'air.

13. Ses propriétés, ses attractions et ses effets varient à l'instant même où le sulfure de potasse touche ou absorbe de l'eau, et dès que l'attraction qu'il éprouve ajoute de l'hidrogène à sa composition; alors sa couleur brune passe au vert; son odeur de soufre fait place à une fétidité insupportable, et que tout le monde connaît dans les œufs durcis et dans les pierres qui ont long temps séjourné au fond des latrines. Il devient susceptible de donner du gaz hidrogène sulfuré par la distillation et par les acides : ceux-ci, lorsqu'on les emploie liquides, opèrent tout-à-coup les mêmes changemens dans le sulfure de potasse. Aussi, lorsqu'on veut avoir du gaz hidrogène sulfuré, en obtient-on rapidement, en grande quantité et au milieu d'une vive effervescence, en jetant sur du sulfure de potasse en poudre de l'acide muriatique dans un appareil pneumato-chimique. On voit bien que tous ces effets sont dus à la forte décomposition de l'eau opérée par le sulfure de potasse. En dissolvant ce composé dans l'eau, l'attraction que la potasse a pour le soufre oxigéné ou l'acide sulfurique agit comme disposante; l'eau est décomposée; son oxigène se porte sur le soufre, tandis qu'une partie de ce corps s'unit à l'autre principe de l'eau, l'hidrogène, et que la force de cette seconde combinaison s'allie à la première pour opérer la décomposition de l'eau. Cet hidrogène sulfuré se combine avec le soufre et l'alcali, et forme du sulfure de potasse hidrogéné. Quoiqu'on ignore encore les attractions respectives des diverses bases terreuses pour le soufre, comparées à celle de la potasse pour le même corps combustible, on sait cependant que la barite, la chaux et la strontiane décomposent le sulfure de potasse et s'emparent du soufre.

14. Le gaz hidrogène sulfuré, bien différent du gaz hidrogène phosphoré à cet égard, se combine facilement avec la potasse. Lorsqu'on fait passer ce gaz dans une dissolution de l'alcali, il est absorbé, condensé; il sature la potasse, et forme le composé que le citoyen Berthollet a le premier décrit

et nommé *hidro-sulfure de potasse*. Ce composé se cristallise, et est plus permanent que le sulfure de potasse ; ses cristaux sont transparens, tandis que le sulfure est brun et opaque. Le feu et les acides le décomposent, et en dégagent du gaz hidrogène sulfuré sans en précipiter de soufre. L'acide muriatique oxigéné y décompose l'hidrogène sulfuré, et en sépare du soufre. Plusieurs oxides métalliques y produisent le même effet, et voilà pourquoi ils ôtent tout-à-coup l'odeur au sulfure de potasse hidrogéné. Il faut observer encore ici que l'hidro-sulfure bien pur, sans soufre étranger à la saturation de l'hidrogène, n'a pas d'odeur, et que l'alcali paraît avoir plus d'attraction pour l'hidrogène sulfuré que pour le soufre ; qu'ainsi lorsqu'il est saturé du premier, c'est-à-dire, qu'il est à l'état d'hidro-sulfure de potasse cristallisable et inodore, il ne peut plus prendre de soufre, tandis que lorsqu'on fait passer, au contraire, du gaz hidrogène sulfuré dans une dissolution de sulfure de potasse déja hidrogéné par le fait même de sa dissolution dans l'eau, comme je l'ai fait voir, à un certain degré de saturation l'hidrogène sulfuré agit à la manière des acides, précipite le soufre comme eux, décolore la liqueur, décompose tout ce qui est sulfure, et finit par amener l'alcali à n'être plus que de l'hidro-sulfure de potasse.

15. Ces notions conduisent à bien concevoir ce qui se passe lorsqu'on unit le soufre avec l'alcali dissous dans l'eau, ou lorsque, comme on le disait autrefois, on prépare du *foie de soufre* par la voie humide. On voit qu'on ne fabrique point ici un simple sulfure de potasse. On met dans un matras deux parties de potasse, une partie de soufre et six fois le poids total de ce mélange d'eau pure ; on échauffe par un bain de sable ; l'action déja commencée entre la potasse, le soufre et l'eau, par la chaleur produite au moment de l'union de l'alcali caustique et de l'eau, continue et s'augmente par l'accumulation du calorique ; la liqueur se colore et jaunit ; le soufre paraît se dissoudre avec l'alcali ; une odeur fétide

légère se développe ; la couleur et la fétidité augmentent peu à peu ; on obtient un sulfure de potasse hidrogéné qui, par l'action continue des matières dont il est composé, dépose du soufre, se décolore à la fin, et devient un pur hidrosulfure de potasse sans odeur, parce que l'hidrogène sulfuré y est lié par la potasse, tandis que, moins adhérent dans le sulfure, il tend à s'en dégager, et à prendre la forme de gaz ; ce qui constitue la fétidité de ces composés. Ce qui vient d'être dit ici de l'attraction plus grande de l'hidrogène sulfuré pour la potasse que celle du soufre pour le même alcali, et de la décomposition du sulfure de potasse par l'hidrogène sulfuré, s'applique également aux combinaisons analogues du soufre avec la chaux et la barite.

16. La potasse n'a aucune action sur le diamant, ni par la voie sèche, ni par la voie humide, ainsi que sur la plupart des substances métalliques. Le peu d'effets qui se manifestent entre quelques métaux et la potasse dépendent de l'eau dont l'alcali, par une attraction disposante, favorise la décomposition par ces corps combustibles. Dans ce cas, les métaux sont oxidés ; il se dégage du gaz hidrogène, et il y a combinaison plus ou moins intime entre les oxides ainsi formés et la potasse. C'est ainsi qu'on peut concevoir la rouille beaucoup plutôt produite sur quelques métaux plongés dans des lessives alcalines, qu'elle n'a lieu sur les mêmes métaux simplement mouillés et recouverts d'eau.

17. L'eau est un des corps pour lesquels la potasse a le plus d'attraction. Lorsqu'on mêle cet alcali en poudre avec le quart de son poids de glace à 0 concassée, il y a presque tout-à-coup fusion de la glace et dissolution de la potasse ; le calorique absorbé par les corps liquéfiés fait descendre le thermomètre de plusieurs degrés au-dessous de 0 ; ce qui dépend manifestement de la quantité d'eau de cristallisation que contient la potasse, et de ce qu'au lieu de condenser cette eau et d'en chasser du calorique, comme cela aurait lieu si

l'alcali était parfaitement sec, elle ne fait que s'y dissoudre, comme ferait un sel cristallisé, et exiger alors une absorption de calorique pour devenir liquide. Quelques chimistes modernes se servent du mélange de la potasse cristallisée et de la glace pour produire des froids artificiels utiles à quelques expériences ; mais cet usage a l'inconvénient d'exiger de grands frais, à cause de l'extrême cherté de cet alcali. On a d'autres moyens bien moins coûteux, comme je le ferai voir.

L'eau liquide à dix degrés de température dissout avec beaucoup d'énergie la potasse bien sèche et récemment préparée. Lorsqu'on jette celle-ci en poudre dans l'eau, l'alcali commence par absorber une partie du liquide, et par former au fond du vase une masse solide et d'une pièce ; ce qui a lieu au commencement de toutes les dissolutions des corps solides, même du sucre dans l'eau. Bientôt, et sur-tout à l'aide de l'agitation, l'eau pénètre et écarte les molécules de la masse qui se fond dans ce liquide. Une demi-partie d'eau suffit pour liquéfier une partie de potasse. A mesure que cette dissolution a lieu, il se dégage du calorique, et la liqueur alcaline qui se forme conserve une grande densité. La chaleur qui se développe pendant la dissolution suffit pour entraîner un peu de potasse avec l'eau en vapeur : de là l'odeur de lessive qui s'exhale, et la propriété dont jouit cette vapeur de verdir les papiers teints de mauve. On a vu le même phénomène dans l'extinction de la chaux. La dissolution de potasse est sans couleur lorsqu'elle ne contient aucune substance végétale ou animale ; elle est claire, transparente, et ne laisse rien précipiter. Pour séparer la potasse de son dissolvant, on a coutume de recommander d'évaporer la liqueur dans des vaisseaux fermés, de peur qu'elle n'attire l'acide carbonique atmosphérique. Mais cela ne réussit pas dans des cornues de verre, parce que l'alcali liquide attaque le verre, parce que, quand la liqueur est dense, elle forme des bouillons qui agitent et font souvent casser les vaisseaux ; parce qu'enfin

la potasse solide adhère si fortement au verre qu'on ne peut l'en détacher. En l'évaporant très-rapidement à l'air, comme on l'a déja dit, la forte vapeur qui s'en élève empêche l'absorption de l'acide carbonique.

18. La potasse liquide s'unit à plusieurs oxides métalliques qu'elle rend dissolubles dans l'eau, et qui la saturent à la manière des acides, telles que ceux d'antimoine et de zinc : quelques autres changent un peu de nature par son contact, et se rapprochent de l'état métallique en perdant une portion d'oxigène, comme l'oxide de cuivre vert, tandis qu'il en est qui en absorbent davantage, comme l'oxide de manganèse. On avait cru trouver dans l'action des oxides métalliques sur la potasse un moyen de décomposer cet alcali ; on avait cru y appercevoir la formation d'acide nitrique, conséquemment prouver ainsi la présence de l'azote dans la potasse : mais ce résultat n'a point été obtenu par les citoyens Vauquelin et Hecht. Voilà pourquoi j'ai déja dit qu'il n'y avait aucun fait qui prouvât encore avec certitude la présence de l'azote comme alcaligène dans les alcalis fixes.

19. Tous les acides, si l'on excepte le muriatique oxigéné, se combinent facilement avec la potasse, et forment avec elle des sels qui seront examinés avec soin dans la section suivante. On se contentera d'énoncer ici l'ordre des attractions de la potasse pour les différens acides, et le rapport de ces attractions avec celles des autres bases salifiables pour les mêmes corps. L'expérience a prouvé que, relativement à leur adhérence pour la potasse, les acides devaient être placés dans l'ordre suivant, en commençant par la plus forte : les acides sulfurique, nitrique, muriatique, phosphorique, phosphoreux, fluorique, sulfureux, boracique, nitreux, carbonique. Quant à la place que la potasse tient par rapport aux autres bases acidifiables, elle est toujours après la barite, le plus souvent avant la chaux, toujours avant la strontiane, l'ammoniaque, la magnésie, la glucine, l'alumine, la zircone et la silice.

20. La potasse se combine avec la silice par la voie sèche et l'entraîne dans sa fusion; elle forme alors un corps transparent connu sous le nom de verre, qui varie de nature suivant la proportion de sable et d'alcali. Deux ou trois parties de potasse sur une de silice forment un verre cassant, déliquescent à l'air, dissoluble dans l'eau, dont la dissolution portait autrefois le nom de *liqueur des cailloux*, et qu'on nomme aujourd'hui *potasse silicée*. Elle dépose à la longue la terre qu'elle contient, souvent en flocons moux et gélatineux; les acides la décomposent en s'emparant de la potasse, et en séparent la terre sous la forme de poussière blanche très-fine, qui, bien lavée, est de la silice pure. Quelquefois, si la dissolution est étendue de beaucoup d'eau, et si l'on ajoute beaucoup plus d'acide qu'il n'en faut pour saturer l'alcali, la silice reste en dissolution, sur-tout dans l'acide muriatique; mais elle s'en précipite par la seule action du calorique. Ainsi déposée, la silice n'a point changé de nature; et c'est par une erreur née de la dissolution d'une partie de la terre des creusets par l'alcali, que l'on avait cru autrefois qu'elle s'était en partie convertie en alumine par l'action de la potasse. Le verre ne diffère de la potasse silicée que par une plus grande proportion de silice. L'art de le faire consiste dans le choix du sable bien pur, ainsi que de la potasse, leur proportion, leur fusion complète à l'aide d'un feu suffisant, et assez long temps continué pour n'avoir ni bulles, ni stries, ni filets, et pour qu'il soit bien transparent, bien dur, inaltérable à l'air. On y ajoute souvent un peu d'alumine, de chaux, quelques oxides métalliques pour le rendre plus dur, plus homogène, d'une fusion plus égale, d'une transparence et d'un blanc plus parfaits. C'est en raison de cette action, si marquée sur la silice, que la potasse est employée pour l'analyse des pierres dures, comme je l'exposerai ailleurs. La potasse liquide attaque aussi le verre si sensiblement, que, conservée long temps dans des bouteilles et des flacons, elle les use, les dépolit, et se charge ainsi de terre silicée.

21. L'action de cet alcali fixe sur l'alumine est encore plus forte que sur la silice ; elle la dissout par la voie sèche et par la voie humide ; elle s'en sature mieux, en dissout davantage, et perd plus ses propriétés dans cette union. Il paraît même que l'alumine décompose la potasse silicée. Par la voie sèche, l'alumine se fond en une fritte plus ou moins opaque avec la potasse ; une certaine dose de silice ajoutée lui donne de la transparence. La potasse liquide dissout abondamment l'alumine divisée dans l'eau, et en prend une grande quantité. C'est par cette action forte que l'alumine diffère de la silice. On peut même se servir de cette propriété pour séparer la première d'avec la seconde, et sur-tout d'avec les autres terres qui sont beaucoup moins solubles dans la potasse que cette dernière.

22. La potasse n'a aucune action, aucune propriété dissolvante sur la zircone. Ces deux corps chauffés ne se combinent point ; ils ne se fondent point ensemble : la potasse fondue se sépare. On profite de cette inaction pour séparer l'alumine et la silice de la zircone dans l'analyse des pierres. L'indissolubilité parfaite de la zircone dans la potasse est un des caractères distinctifs de cette terre. Il en est de la glucine comme de la zircone, par rapport à son indissolubilité dans la potasse.

23. Il n'y a aucune attraction entre la potasse et les deux terres alcalines. La magnésie et la chaux ne s'unissent en aucune manière à la potasse par la voie sèche ni par la voie humide. Cet alcali devient donc un réactif très-utile pour séparer la silice et l'alumine de l'une ou l'autre de ces deux terres, lorsqu'elles sont mêlées ou unies ensemble.

24. Quoique j'aie annoncé qu'on ne connaissait pas la nature de la potasse, et qu'on n'avait que quelques apperçus sur sa composition intime, je ne dois pas omettre de rapporter ici un fait qui, peut-être illusoire, puisque je ne l'ai vu encore qu'une fois et en petit, est susceptible de mettre

sur la voie pour arriver à une donnée plus certaine. Ayant exposé du sulfure de chaux hidrogéné liquide dans une cloche à de l'air atmosphérique, j'ai trouvé l'air amélioré après quelques heures, contenant moins de gaz azote et plus de gaz oxigène, et le sulfure m'a présenté ensuite des traces de potasse : telle est l'origine de l'opinion que j'ai proposée déja depuis long temps sur la composition de cet alcali par la chaux et l'azote. Mais je dois faire observer qu'on ne peut encore regarder cette assertion que comme un soupçon, et non comme un fait vérifié; je ne l'énonce moi-même ici que pour engager les chimistes à profiter des occasions qu'ils pourront avoir pour le confirmer ou l'infirmer.

25. Quoiqu'on ignore encore la composition et les principes de la potasse, les propriétés qu'on y a reconnues et dont j'ai déja décrit ici une bonne partie l'ont rendue un des instrumens les plus utiles aux chimistes, et ont beaucoup influé sur les principes de la science. C'est un des agens les plus importans d'un grand nombre d'analyses modernes, comme on le verra par la suite; elle guide les pas des minéralogistes dans la classification des pierres, par la facilité avec laquelle on l'emploie à leur décomposition.

En médecine, c'est un des plus importans et des plus héroïques médicamens qu'on puisse employer, comme fondant, caustique, lithontriptique, asténique : ses effets, quelquefois trop prononcés, quelquefois même vénéneux, sont promptement détruits par les acides, les huiles et les graisses.

Elle rend une foule de services dans les arts, la verrerie, la lessive, le blanchiment, la savonnerie, la docimasie, la cuite des eaux salpétrées, la papeterie, l'imprimerie, la peinture, etc. etc. On en fera l'application à mesure que l'occasion s'en présentera par la suite. On se contentera d'ajouter ici en général, que la potasse, si utile aux hommes en société, et qui contribue de tant de manières à leur bien-être, doit être ménagée et regardée comme bien précieuse dans les pays

où il n'y a pas de bois, et qu'on doit prendre les moyens de la retrouver après l'usage auquel on l'a destinée, de ne pas la laisser perdre, comme on le fait trop souvent, et de lui redonner, par l'évaporation et la calcination, la même forme et la même activité qu'elle avait avant d'être employée. Cette pratique économique ne doit point être négligée dans les ateliers, les manufactures, où l'on fait un grand usage de potasse, et où elle exige une grande dépense.

ARTICLE II.

De la soude.

1. Le nom de soude, comme celui de potasse, est pris dans le commerce; il y désigne l'espèce d'alcali fixe qu'on extrait de la plante marine ou littorale, nommé kali ou soude en français. On appelait autrefois cet alcali, *alcali minéral caustique*, *alcali marin*, *lessive ou liqueur des savonniers*, parce qu'on a cru qu'il était plus abondant que l'autre parmi les minéraux, parce qu'il fait partie du sel marin, parce qu'on le préfère à la potasse dans la préparation des savons. Pour ne pas confondre la soude telle qu'on va la décrire ici, ou dans son état de pureté, avec cet alcali impur mélangé d'une foule de matières, et combiné même avec un acide tel qu'on le prépare en grand pour le besoin des arts et qu'on l'offre dans le commerce, le mot soude seul sera employé pour la première, et on dira soude *du commerce* pour la seconde.

2. La soude, comme espèce d'alcali fixe différente de la potasse, n'a été bien reconnue et distinguée de celle-ci que depuis le milieu du dix-huitième siècle. Indiquée dans le neuvième siècle par l'arabe Geber, on l'avait tellement confondue avec l'alcali extrait des plantes ordinaires, qu'en 1750, on nommait encore le sel formé par l'art avec l'acide muriatique et la potasse, *sel marin régénéré*. Pott, Margraff et Duhamel

ont détruit cette confusion et bien distingué ces deux alcalis depuis l'époque indiquée. Mais on ne connaissait pas encore la soude pure, quoiqu'on eût appris à la distinguer de la potasse, avant qu'on se fût convaincu qu'elle était adoucie et saturée par un acide dans l'état où on la recevait du commerce, et qu'il était nécessaire de lui enlever ce corps pour l'avoir seule et isolée. On lui donnait encore le caractère de faire effervescence avec les acides, comme à la potasse avant qu'on connût l'acide carbonique, tandis qu'il faut la priver de cet acide, et lui ôter sa propriété effervescente pour l'avoir pure. On ne savait pas non plus, avant les recherches de Bergman, la différence des attractions de la soude d'avec celles de la potasse. Toutes ces connaissances une fois acquises, il n'est plus rien resté d'obscur sur cette espèce d'alcali fixe.

3. La soude existe dans la nature comme la potasse, mais pas plus qu'elle dans l'état de pureté ou d'isolement. Elle est toujours combinée ou avec différens acides, sur-tout le muriatique, le carbonique, le sulfurique et le phosphorique, soit dans l'intérieur, soit à la surface de la terre en sels fossiles, soit dans les eaux de la mer et des sources salées, soit dans les humeurs des végétaux ou des animaux. Celle qui, combinée avec l'acide carbonique, se présente si fréquemment et si abondamment sous la forme d'efflorescence saline à la surface de la terre dans l'Egypte, aux plaines du Delta arrosées par les eaux du Nil, sur les murs des souterrains, des vieux édifices, etc. est la plus pure; il suffit de lui enlever l'acide carbonique qu'elle contient, pour en extraire la soude. La masse énorme que la nature en a placée dans le sel de la mer et des sources salées, est plus difficile à en séparer, quoique l'art y soit parvenu à l'aide de plusieurs procédés qu'on connaîtra par la suite dans l'article de ce sel. On se sert encore plus souvent aujourd'hui de la soude extraite de plusieurs plantes qui croissent dans la mer.

4. C'est sur-tout dans le genre de végétaux nommé *salsola* par Linnéus, et particulièrement dans l'espèce désignée par le nom de *soda*, qui croît baignée par les eaux de la mer, qu'on va puiser cette espèce d'alcali. Cette plante, examinée par le citoyen Vauquelin, lui a présenté la soude combinée avec une substance végéto-animale qu'il suffit de détruire par l'action du feu. Après l'avoir cueillie, amassée en tas sur le bord de la mer, et laissée sécher par le contact de l'air, on la brûle, et on en calcine assez fortement les cendres pour en commencer la vitrification, en ayant soin de l'agiter dans l'air pour en détruire le plus de matière charbonneuse qu'il est possible. Refroidie, cette cendre bien calcinée et demi-vitrifiée présente des masses solides, plus ou moins grosses, d'un gris bleuâtre ou noirâtre, denses ou poreuses, d'une saveur salée, âcre et amère, mêlées de charbons, de pierres, de cailloux, et contenant, outre la soude presque saturée d'acide carbonique formé par la combustion du carbone, des sels divers, de l'oxide de fer, de l'alumine, de la silice, et différens corps étrangers. Telle est cependant la plus belle soude du commerce, celle qu'on prépare à Alicante, et qui contient le plus d'alcali. Dans d'autres parages maritimes, et spécialement à Cherbourg et sur les côtes de la ci-devant province de Normandie, on brûle et on calcine de la même manière les algues, les fucus, les varechs et plusieurs autres productions végétales marines qui fourmillent une cendre bien moins riche en soude que celle d'Alicante : on la connaît dans le commerce sous le nom de soude de Cherbourg. On nomme encore indifféremment et très-improprement ces cendres alcalines et impures du commerce, *salicot*, *salicorne*, *alun-marie*, *alun catin*, etc.

5. Ces soudes du commerce, très-impures et très-mélangées, quoique propres à beaucoup d'usages dans les arts, celle même beaucoup plus pure et plus riche en alcali qu'on retire du sel marin, par les procédés qui seront indiqués dans l'histoire de

ce sel, doivent être traitées par les mêmes moyens chimiques que la potasse pour être amenées à l'état de soude pure. On lessive les soudes du commerce à l'eau froide, on évapore ces lessives à siccité dans des vases qui ne peuvent rien leur communiquer d'étranger ; le sel obtenu par l'évaporation, qui n'est presque, lorsqu'il a été bien préparé, que de la soude saturée d'acide carbonique, on le mêle avec de la chaux vive ; on arrose ce mélange d'eau en l'agitant beaucoup ; on évapore cette seconde lessive, on y ajoute ensuite de l'alcool, on sépare la portion dissoute par ce liquide inflammable, d'avec les corps étrangers, et sur-tout la liqueur aqueuse placée au-dessous ; on évapore cette dissolution alcoolique ; et après avoir enlevé la croûte épaisse et charbonneuse qui se forme à sa surface, puis amené la liqueur à l'état d'une sorte d'huile onctueuse, épaisse, restant en fonte tranquille, et se figeant par le refroidissement, on coule celle-ci dans des vases de faïence ou de porcelaine, où on la laisse se concrètre, pour la casser ensuite et l'enfermer dans des flacons bien bouchés. On voit que c'est absolument le même procédé que celui qui a été indiqué pour l'extraction et la purification de la potasse. Il consiste à enlever à la soude, séparée d'abord des corps étrangers par l'eau froide, l'acide carbonique qui la sature au moyen de la chaux, à la dissoudre seule et sans mélange ni de terres, ni d'autres sels, par l'alcool qui, en la dissolvant, se sépare même de la portion d'eau tenant ce qui a échappé de carbonate de soude et de sels, enfin à volatiliser ce dernier dissolvant pour obtenir la soude bien pure, sous forme solide et même cristalline.

6. La soude ainsi purifiée et extraite, est ordinairement sous la forme de plaques ou lames solides, d'un blanc grisâtre, d'une causticité brûlante, et d'une saveur urineuse comme la potasse. Elle prend comme cette dernière, lorsqu'on évapore lentement sa dissolution alcoolique, la forme de cristaux prismatiques, alongés, moux et sans consistance, retenant beaucoup d'eau de cristallisation, dont on n'a pas encore déterminé exactement

la différence d'avec ceux de la potasse, quoiqu'on reconnaisse bien qu'ils n'ont pas la même figure primitive : d'ailleurs ils sont si altérables, si peu permanens, qu'ils se déforment même pendant qu'on les observe. La soude agit avec beaucoup d'activité sur les matières animales et les dissout. Elle verdit et altère la couleur bleue des violettes et une foule d'autres couleurs végétales.

7. La lumière n'exerce aucune action sur la soude. Le calorique la ramollit et la fond promptement : elle se liquéfie au feu comme une matière huileuse, bout et se réduit en vapeur quand elle est rouge. Cette vapeur n'est que de la soude sans altération; elle est âcre et cautérise la peau. Dans un creuset d'argent, la soude chauffée longtemps prend une couleur verdâtre; à quelque feu qu'on l'expose, elle ne change point de nature; elle paraît être un peu plus fusible que la potasse.

8. Son action sur l'oxigène en état de gaz ou combiné avec des corps brûlés est nulle, ainsi que sur l'azote; humectée seulement par l'eau qu'elle enlève à ces deux corps gazeux, elle n'en altère point la nature et n'en change pas les propriétés. Comme la potasse, la soude triturée avec des matières qui contiennent de l'azote combiné avec l'hidrogène en favorise la combinaison binaire et la formation de l'ammoniaque, en s'unissant elle-même au reste de ces matières devenues plus ou moins huileuses, comme on l'exposera par la suite, relativement à son action sur les matières animales. Dans l'air, sans agir sur les gaz oxigène et azote, la soude absorbe seulement l'eau qui y est dissoute et l'acide carbonique qui y est mêlé; elle s'humecte, se ramollit, mais ne se liquéfie pas entièrement comme la potasse. Elle ne forme jamais dans l'atmosphère qu'une sorte de pâte molle, qui se dessèche après quelques jours d'exposition à l'air, lorsque celui-ci redevient sec; à ce terme, la soude blanchit, se sèche, cristallise et s'effleurit. Cela tient à l'absorption de l'acide carbonique dont il lui faut beaucoup moins pour la saturer qu'il n'en faut à la potasse. On peut donc par

les seuls phénomènes de leur exposition à l'air distinguer la soude de la potasse. On voit aussi par là que pour conserver la soude pure, il faut la tenir renfermée dans des vaisseaux bien bouchés.

9. L'hidrogène et le carbone n'ont chacun dans leur état isolé aucune attraction pour la soude, qui n'agit ni sur le premier en état de gaz, ni sur le second solide, à quelque température qu'on les expose. Elle paraît cependant susceptible de s'unir dans quelques cas à l'hidrogène carboné, comme on le verra par la suite. Elle ne se combine pas non plus sensiblement avec le phosphore, et l'on ne forme de phosphure ni par la voie sèche, ni par la voie humide. Quand on chauffe du phosphore dans une lessive de soude, il y a seulement formation et dégagement de gaz hidrogène phosphoré, qui se sépare, comme on voit, sans s'unir à l'alcali; c'est la même inaction que celle qui a été remarquée dans l'histoire de la potasse.

10. Le soufre s'unit facilement avec la soude par la simple trituration, par la fusion et par la voie humide. Il se forme dans les deux premiers cas du sulfure de soude caustique, décomposable par le feu, par les acides et décomposant l'eau comme le sulfure de potasse; dans le troisième, on a un sulfure hidrogéné fétide, d'où il se dégage du gaz hidrogène sulfuré par les acides. Tout ce qui a été dit sur ce genre de combinaison sulfuré-alcaline à l'article de la barite et de la potasse, sur la différence des sulfures faits à sec, et des sulfures faits par la voie humide, des sulfures purs comparés aux sulfures hidrogénés, de la décomposition des sulfures et de la précipitation du soufre par le gaz hidrogène sulfuré, doit être appliqué ici et réuni aux propriétés déja connues de la soude. Il y a entre ces trois alcalis bien purs, par rapport à leur action comparée sur le soufre et aux divers composés qu'ils sont susceptibles de former avec ce combustible une parité parfaite, et on ne peut rien ajouter à ce qui a été exposé aux articles de la barite et de la potasse. La

soude se combine également avec le gaz hidrogène sulfuré, le condense et l'absorbe, forme avec lui un hidrosulfure de soude cristallisable, sans couleur, inodore, dissoluble, plus permanent à l'air que le simple sulfure et le sulfure hidrogéné, décomposable par les oxides métalliques et par les acides, qui se sépare souvent en cristaux des sulfures hidrogénés liquides, et qui, quoique analogue à l'hidrosulfure de potasse, en diffère cependant par quelques propriétés individuelles. La soude paraît avoir moins d'attraction pour le soufre et l'hidrogène sulfuré, que la potasse et sur-tout que la chaux et la barite.

11. L'action de la soude sur le diamant et sur les métaux est absolument nulle. Lorsqu'elle est unie à l'eau, elle favorise la décomposition de cet oxide, par quelques substances métalliques, elle donne lieu au dégagement de gaz hidrogène et à l'oxidation de ces métaux dont elle dissout alors une partie des oxides.

12. La soude a une forte attraction pour l'eau. Lorsqu'on humecte cet alcali bien sec, il absorbe et solidifie l'eau avec activité, en en dégageant beaucoup de calorique. En ajoutant plus d'eau qu'elle n'en peut absorber ou en solidifier, elle s'y dissout avec chaleur et dégagement d'une odeur lixivielle, due à une portion de soude élevée en vapeur avec l'eau volatilisée. On s'assure de ce dernier fait, en exposant à cette vapeur un papier teint de mauve ou de curcuma; le premier est verdi, le second passe par son contact de jaune au rouge brun. Une dissolution épaisse de soude donne, quand on la laisse refroidir après l'avoir chauffée et évaporée rapidement, des cristaux informes, alongés et moux. On ne peut obtenir la soude pure et solide de cette dissolution, qu'en l'évaporant à grand feu dans une bassine d'argent ou de cuivre bien étamée; la vapeur aqueuse très-abondante qui s'en élève alors, ôte réellement le contact de l'air et s'oppose à l'absorption de l'acide carbonique atmosphérique. Pour conserver une dissolution de soude bien caustique, on doit la tenir dans des vaisseaux de verre bien bouchés; encore agit-elle sur la substance du verre qu'elle dépolit et qu'elle

rend très-cassant par les changemens de température. J'ai vu un grand nombre de fois des flacons de verre où étoient renfermées des lessives de potasse ou de soude caustiques, laissées sur une certaine quantité de chaux vive pour en assurer la causticité, se fendre horisontalement vers le bas, près de leur fonds, constamment à la même place, et laisser écouler ainsi la liqueur qu'ils contenaient.

13. La soude se combine avec quelques oxides métalliques qui la saturent à la manière des acides. Il en est dont elle semble favoriser la désoxidation; d'autres paraissent au contraire acquérir par son contact, une tendance plus forte pour s'unir à l'oxigène. Cette action réciproque varie donc singulièrement, suivant la différence des oxides métalliques, leurs divers états de combinaison avec l'oxigène et leur attraction pour ce principe; il en sera question dans l'histoire des métaux. C'est au reste le même phénomène que pour la potasse. On a espéré, mais cet espoir n'a encore conduit à aucun résultat utile, que les oxides métalliques pourraient servir à faire connaître les principes constituans de la soude, en opérant son analyse: jusqu'ici ce n'est qu'une illusion, comme pour la potasse.

14. Tous les acides, excepté le muriatique oxigéné, s'unissent facilement à la soude. De cette union il résulte des sels qui seront examinés dans la section suivante. L'ordre des attractions de cet alcali pour les différens acides est le même que celui des attractions de la potasse pour les mêmes corps; elles sont en général plus faibles que celles de la potasse qui sépare la soude de tous les composés salins dont elle fait partie. La soude doit donc être placée immédiatement au-dessous de la potasse, et par conséquent au deuxième rang au-dessous de la barite, dans le tableau de leurs attractions réciproques et comparées pour les acides.

15. La soude se combine très-bien avec la silice par la voie sèche et la convertit en verre; elle dissout même mieux cette terre par la fusion que ne le fait la potasse; aussi est-elle pré-

férée par les verriers. Les notions qu'on a données sur la nature et la fabrication du verre à l'article de la potasse, doivent être appliquées ici. On y ajoutera seulement que la soude, et en général l'alcali fixe, engagé dans cette combinaison vitreuse avec la silice, non-seulement y perd sa propriété déliquescente, dissoluble, etc.; mais qu'elle est encore très-difficile à en séparer par les acides, puisque ces derniers contenus dans des vaisseaux de verre ne l'altèrent que très-peu, et puisqu'il faut les faire longtemps séjourner et bouillir même sur des verres, réduits en molécules très-fines, pour y prouver la présence de l'alcali et sur-tout pour en apprécier la quantité. La soude dissout la silice très-divisée, même par la voie humide, comme le fait la potasse, et on en sépare la terre à l'aide des acides.

16. L'alumine est aussi très-attaquable et très-dissoluble par la soude; elle l'est plus que la silice comme par la potasse, et elle a plus d'attraction que la première terre pour les deux alcalis fixes. On peut donc se servir de la soude, comme de la potasse, pour dissoudre et séparer l'alumine de la glucine et de la zircone que la soude ne dissout pas mieux que ne le fait la potasse. D'après ces propriétés, elle peut servir comme celle-ci à l'analyse des pierres.

17. La soude n'a nulle attraction pour les deux terres alcalines, et ne contracte aucune union avec la magnésie ni avec la chaux; elle n'agit sur elles ni par la voie sèche, ni par la voie humide; elle a plus d'attraction que ces terres alcalines pour les acides, et elle les en sépare complétement.

18. Il n'y a nulle action connue entre la soude, la barite et la potasse; elles se mêlent cependant et se confondent par la fusion et par la dissolution dans l'eau; mais en exposant cette dissolution mélangée à l'air, on peut séparer la barite qui forme des pellicules sèches à la surface, et en évaporant à siccité le résidu, obtenir isolée la potasse qui se liquéfie à l'air, tandis que la soude s'y dessèche. On emploie les acides avec bien plus d'avantages encore pour cette séparation, à raison des sels

différens que ces trois bases alcalines font avec ces corps, de la cristallisabilité et de la dissolubilité diverses de ces sels, etc.

19. Si l'on compare les propriétés de la soude avec celles de la potasse, on trouve que dans leur état de pureté ou d'isolement, elles ont les plus grandes et les plus fortes analogies entre elles, et à peu-près comme on le remarque entre la barite et la strontiane. Il n'y a guères que le dessèchement et le non ramollissement de la soude exposée à l'air, qui puisse la faire distinguer de la potasse ; il faut d'ailleurs une grande habitude de travailler sur ces deux alcalis pour apprendre à les reconnaître, à moins qu'on ne les combine avec les acides et qu'on n'examine leurs composés salins qui présentent entre eux des différences très-sensibles.

20. La nature intime de la soude n'est pas plus connue que celle de la potasse. Quelques faits et quelques analogies m'ont porté à penser, il y a plusieurs années, que la soude était formée de magnésie saturée d'azote. Mon opinion à cet égard était spécialement appuyée sur la constance avec laquelle cette terre accompagne la soude dans les eaux et dans les divers composés dont cet alcali fait partie, sur-tout dans les matières animales et dans les produits marins. Le citoyen Vauquelin a trouvé abondamment la magnésie dans la cendre du *salsola soda*. Plusieurs chimistes ont adopté ma conjecture. Lorgna a particulièrement décrit une suite d'expériences d'où il résulte qu'on retire une grande quantité de magnésie pendant l'extraction et la purification de la soude. Mais je dois ajouter qu'aucun fait positif ou direct, aucune expérience synthétique ou analytique, n'a prouvé jusqu'ici cette assertion. Je dois dire encore que je ne la regarde moi-même que comme une hypothèse qu'il ne faut pas confondre avec les données exactes de la science.

21. La connaissance précise de la soude, sur-tout depuis les dernières recherches des chimistes modernes, depuis l'art de l'amener à un grand degré de pureté ignoré des savans jusqu'à l'époque où le citoyen Berthollet a décrit l'emploi de l'alcool

pour cette préparation, ont déja eu et auront encore une influence très-sensible sur les progrès de l'esprit humain. Le rôle que joue la soude dans les phénomènes chimiques a déja répandu et ne peut manquer d'y répandre encore une lumière qui doit contribuer singulièrement aux progrès de la science, et faire également marcher les arts chimiques vers leur perfection. Cependant peu de chimistes ont encore préparé et examiné la potasse, comme la soude bien pures, et la plupart prennent encore tous les jours pour ces alcalis des matières impures retenant de l'acide carbonique, de la silice, de l'alumine, des sels, et qui conséquemment n'ont pas toute l'énergie, toute l'activité de ces alcalis. Aussi ne savent-ils pas tirer encore tout le parti possible de cet agent, malgré les moyens précieux d'analyse qu'il fournit.

22. La soude peut remplir les mêmes usages que la potasse, et servir comme elle dans les arts. Aussi est-elle souvent employée à sa place. Elle agit comme la potasse sur les matières animales; caustique externe, fondant et lithontriptique à l'intérieur, on s'en sert pour satisfaire aux mêmes indications médicinales. Il semble même qu'elle soit préférable à la potasse comme médicament, à cause de son analogie avec les substances animales, qui en contiennent toujours, tandis qu'on n'y trouve point de potasse. Quelques physiologistes pensent même que la potasse contenue dans tous les végétaux alimentaires se convertit en soude dans le travail de l'animalisation; mais ce fait n'est encore appuyé sur aucune expérience exacte.

La soude est employée dans beaucoup d'arts. Elle est spécialement utile à la fabrication du verre et du savon, à la lessive, à la teinture, à la préparation du bleu de Prusse, des laques, des papiers. On la préfère souvent à la potasse dans la plupart des manufactures, parce qu'elle est plus douce, beaucoup moins âcre, et non susceptible d'attaquer ou d'affaiblir comme la première espèce d'alcali les tissus et les

étoffes, ou de corroder et de détruire les ustensiles de bois, de métal, etc.

ARTICLE XII.

De la strontiane.

1. Aussitôt qu'on eut reconnu, il y a quelques années, les propriétés de la strontiane, et qu'on l'eut distinguée de la barite avec laquelle on l'avoit d'abord confondue, on resta néanmoins tellement frappé de ses analogies avec cette dernière, qu'on la plaça dans tous les ouvrages méthodiques à côté d'elle, et qu'on se contenta d'en indiquer les légères différences. Un examen plus approfondi de ses propriétés et de ses caractères chimiques, en confirmant pour moi ses rapports avec la barite, et en m'engageant à la retirer comme celle-ci de l'ordre des terres pour la ranger parmi les alcalis, a de plus exigé, d'après la méthode dont j'ai fait choix, que je la plaçasse après la soude, en raison de son ordre d'attraction générale pour les acides. La diversité des attractions chimiques me paraît, comme celle des pesanteurs spécifiques, éloigner plus les corps les uns des autres, que l'analogie de plusieurs autres espèces de propriétés ne doit les rapprocher.

2. Le nom de strontiane a été donné à cette espèce d'alcali, d'après celui de strontianite que Sulzer, minéralogiste de Ronebourg, avait assigné à la pierre saline d'où on la retire, et qui a d'abord été trouvée à Strontian en Argyleshire, au nord de l'Ecosse. Comme il est déja bien prouvé que la nature n'a pas placé cette base alcaline dans un seul lieu, et qu'il y a lieu de croire qu'on trouvera ses combinaisons salines dans beaucoup de pays, comme on a trouvé celles de la barite, avec laquelle elle a tant d'analogie, il eût été à desirer qu'on l'eût désignée par une dénomination étrangère à celle du lieu où on l'a d'abord découverte, et

prise dans ses propriétés. Mais le mot strontiane étant connu et adopté déja en Europe, je n'ai pas cru devoir le changer, n'ayant pas d'ailleurs d'autres dénominations plus appropriées à y substituer.

3. La strontianite ou le fossile qui fournit la strontiane, a été quelque temps confondue avec la withérite, composé naturel de barite et d'acide carbonique, que le docteur Withering a le premier fait connaître, et qui a quelque temps porté son nom (*la withérite*). M. Klaproth de Berlin l'a le premier distinguée du carbonate de barite, et a découvert qu'elle contenait ce qu'il nommait une *terre* différente de cette dernière. Cette découverte a été annoncée dans les Annales de Crell, à la fin de 1793 et au commencement de 1794. Peu de temps après, M. Hope, chimiste d'Edimbourg, successeur du docteur Black, a communiqué à la société des sciences de cette ville un travail très-étendu sur les propriétés de la strontianite, où il l'a comparée à la barite. Les premières notions qu'on eut en France sur cet objet firent d'abord penser aux chimistes français que cette base ne différait pas de la barite; mais ayant eu bientôt occasion de l'examiner elle-même, Pelletier, le cit. Vauquelin et moi, nous fumes convaincus que, malgré des rapports très-remarquables avec elle, on devait cependant la distinguer et la reconnaître pour une matière particulière.

4. Pour obtenir la strontiane, on décompose sa combinaison naturelle avec l'acide carbonique, soit en la calcinant au feu après l'avoir mêlée avec du charbon, en lavant le résidu avec de l'eau qui dissout ainsi la strontiane calcinée, soit en dissolvant ce sel natif dans l'acide nitrique, et en détruisant cet acide par une forte chaleur qui laisse ensuite la strontiane pure en fragmens, fondus ou ramollis, soit en précipitant la dissolution du même sel dans l'acide muriatique par les alcalis fixes qui l'en séparent, ce qu'il ne faut pas pour la barite, comme on le verra dans l'article sui-

vant. Dans cette troisième opération, elle est sous la forme d'une poudre blanche, mais elle retient de l'eau entre ses molécules, et n'est ni aussi pure ni aussi âcre que celle qui provient de la décomposition du nitrate de strontiane par le feu.

5. Dans les lieux où la nature n'offre que du sulfate de strontiane, comme à Paris où l'on vient de le trouver abondamment dans les carrières de Montmartre, on décompose ce sel par du charbon à l'aide du feu, on le convertit ainsi en sulfure de strontiane que l'on dissout dans l'eau; on précipite cette dissolution par l'acide nitrique; on évapore le nitrate de strontiane pour le dessécher, et on le décompose ensuite dans des vaisseaux fermés. On a proposé encore de décomposer le sulfate de strontiane en le faisant bouillir avec une dissolution de carbonate de soude ou de potasse, en dissolvant par l'acide nitrique le carbonate de strontiane qui se forme et qui reste en poudre blanche au fond de la liqueur après l'avoir bien lavé, et en évaporant à siccité cette dissolution pour décomposer après le nitrate de strontiane par le feu. Je crois qu'on pourra obtenir cet alcali bien plus simplement encore en traitant le sulfate de strontiane natif par les dissolutions de barite, de potasse ou de soude. La première aura même l'avantage de faire obtenir promptement séparée la strontiane en dissolution dans l'eau, parce que le sulfate de barite qui se formera restera en poudre indissoluble au fond de la liqueur.

6. La strontiane pure, obtenue jusqu'ici seulement par l'action du feu qui décompose son nitrate, est en fragmens ou morceaux d'un gris blanchâtre, souvent poreux, d'une saveur chaude, âcre, alcaline ou urineuse, plus énergique que celle de la chaux, mais moins brûlante que celle de la barite, de la potasse et de la soude, d'une pesanteur un peu moindre que celle de la barite manifestement plus grande que celle de la potasse et de la soude. Sa pesanteur est cependant assez rapprochée de celle de la barite pour qu'elle ait permis

de la confondre avec ce dernier alcali. Elle n'agit que faiblement sur la peau et les matières animales. Elle colore très-fortement en vert les violettes, la mauve, l'écorce des raves, et en général toutes les couleurs végétales susceptibles de prendre cette nuance par l'action des matières alcalines.

7. La lumière n'exerce point d'action sensible sur la strontiane, quoiqu'il paraisse y avoir une attraction particulière entre ces deux corps, comme la propriété phosphorescente qu'on va décrire semble l'indiquer. Chauffée dans un vase de métal infusible, dans un creuset de platine, on peut la tenir long temps rouge, sans qu'elle éprouve de changement ni d'apparence de fusion, ni de volatilisation ou de sublimation. Dans une cornue de porcelaine, elle contracte une couleur verdâtre, comme le fait la barite, sur-tout par la partie qui touche la cornue. Lorsqu'on la traite en petit au chalumeau, elle ne se fond pas comme le fait cette dernière, mais elle se pénètre de lumière et s'entoure d'une flamme blanche si éclatante, que l'œil en est blessé comme par l'aspect du soleil. On dirait, en examinant avec attention ce beau phénomène, que la strontiane a la propriété de fixer et de condenser la lumière. Il ne faut pas rapporter à la strontiane pure la fusion en verre blanc et opaque qu'éprouve au chalumeau la strontianite ou le carbonate natif de cette terre, et qui a lieu de même dans le carbonate natif de barite.

8. Il n'y a nulle attraction entre la strontiane et l'oxigène; elle ne l'enlève point au gaz oxigène qu'elle n'altère point, ni à aucun corps brûlé. Il en est de même de l'azote, qu'elle n'absorbe point du gaz azote, et qu'elle ne sépare d'aucun des corps qui le contiennent. D'après ces résultats sur les deux gaz qui constituent l'air commun, il est évident que ce n'est ni sur l'un ni sur l'autre de ces gaz, mais bien sur l'eau et le gaz acide carbonique qu'agit la strontiane lorsqu'on l'y tient plongée; en sorte que les effets qu'on va dé-

crire sont d'autant plus prompts et plus énergiques, que l'air est plus humide, que l'eau y est moins intimement combinée, et qu'il contient plus de gaz acide carbonique. Exposée à l'air, la strontiane bien caustique se gonfle, se boursoufle, se divise, s'échauffe et se convertit en une poudre blanche volumineuse qui n'a plus d'âcreté, ni la propriété de s'échauffer ou de bouillir avec l'eau. Ces effets sont seulement moins prompts et moins énergiques dans la strontiane que dans la barite qui les présente avec bien plus d'activité. Ainsi effleurie et éteinte, la strontiane a augmenté de poids par l'eau qu'elle a absorbée. Au bout de quelques jours elle se charge de l'acide carbonique atmosphérique, et devient effervescente. Il est bon de remarquer ici que cette propriété qui annonce une très-forte attraction entre l'eau atmosphérique et la strontiane, qui semble être commune à la strontiane et à la barite et autoriser conséquemment l'analogie qu'on a établie entre elles, ne se trouve point dans la potasse et la soude, qui d'ailleurs se ressemblent entre elles à d'autres égards; de sorte que les quatre alcalis fixes sont naturellement partagés en deux espèces de familles, l'une très-avide de l'eau de cristallisation et l'enlevant à l'air pour prendre la forme cristalline, l'autre plus dissoluble et se liquéfiant promptement dans l'eau que lui cède l'atmosphère.

9. Il n'y a nulle action connue entre le gaz hidrogène, nulle attraction entre l'hidrogène et la strontiane. Son action sur le phosphore est entièrement conforme à celle de la barite, qui, plus énergique, a dû être décrite avec plus de détails. Elle se combine avec le soufre comme cette dernière, par la voie sèche et par la voie humide. Elle en dissout plus du tiers de son poids. Le sulfure de strontiane a les plus grands rapports avec celui de barite. Comme lui, il est ou pur ou hidrogéné. La strontiane se combine également avec l'hidrogène sulfuré, et forme un hidrosulfure dont les propriétés ressemblent à celles de la même combinaison avec la

barite. Quand on décompose le sulfure hidrogéné comme l'hidrosulfure de strontiane par un acide, le gaz hidrogène sulfuré qui se dégage brûle avec une belle flamme purpurine, parce qu'il entraîne avec lui un peu de strontiane en dissolution. J'indique rapidement ici ces combinaisons, parce que je les ai décrites avec beaucoup plus de développemens à l'article de la barite qui les présente beaucoup plus prononcées encore, quoique très-analogues.

Il n'y a nulle action réciproque entre la strontiane, le carbone, le diamant et les métaux.

10. Les phénomènes que la strontiane présente avec l'eau sont si semblables à ceux qu'offre la barite, que cette ressemblance même a quelque temps fait croire aux chimistes français que ces deux matières étaient parfaitement de la même nature, ou n'en faisaient qu'une. Un peu d'eau jetée sur la strontiane bien caustique, la fait fuser et gonfler avec bruit et chaleur; elle se durcit et présente, comme la barite dans le même cas, des rudimens de cristallisation. Si l'on ajoute plus d'eau, elle se délaye et se dissout. Mais c'est ici une de ses plus remarquables différences; il lui faut une beaucoup plus grande quantité d'eau pour se dissoudre qu'à la barite. M. Klaproth a trouvé qu'elle exigeait plus de deux cents parties d'eau à dix degrés de température pour être tenue en dissolution. L'eau chaude en prend beaucoup plus que l'eau froide, et une dissolution bouillante de strontiane en laisse déposer la plus grande partie en cristaux par le refroidissement. Ses cristaux diffèrent par leur forme de ceux de la barite, ce qui annonce une différence de nature; ils offrent souvent des espèces de lames ou tables rhomboïdales, moins disposées à former des prismes que ceux de la barite. Cependant ils affectent quelquefois la figure d'aiguilles satinées applaties, ou de prismes comprimés. Cette strontiane cristallisée blanchit et s'effleurit à l'air; elle est d'une saveur âcre et presque caustique.

11. La dissolution de strontiane dans l'eau est âcre, alcaline, et verdit bien les couleurs bleues végétales; elle se couvre d'une pellicule à l'air, comme celle de la barite, à mesure qu'elle absorbe l'acide carbonique de l'atmosphère; elle n'est pas vénéneuse comme celle-ci pour les animaux. Quand on la distille, elle laisse la strontiane pure, mais éteinte, c'est-à-dire, saturée d'eau à sec, ou retenant son eau de cristallisation avec laquelle elle a tant d'attraction.

12. On n'a point encore de connaissances exactes sur les combinaisons de la strontiane avec les oxides métalliques; mais ses analogies avec la barite annoncent assez qu'elle est susceptible d'y adhérer comme elle, et qu'elle présentera dans ces unions des phénomènes intéressans.

13. La strontiane s'unit facilement avec tous les acides. C'est dans les propriétés des sels qu'elle forme avec eux que consistent les principales différences de cette terre avec la barite dont elle se rapproche de si près d'ailleurs par tant de caractères. Encore plusieurs des propriétés des sels à base de strontiane semblent-elles la confondre avec la barite; mais une différence qui suffirait seule pour les distinguer avec certitude, c'est que la strontiane a moins d'attraction en général pour les acides que n'en ont les trois premiers alcalis fixes, et par conséquent qu'elle en peut être séparée par la potasse et la soude, tandis que la barite qui surpasse ces deux dernières, précipite aussi complétement et très-promptement la strontiane de toutes ses combinaisons salines. Je l'ai déja dit plusieurs fois, et il est utile de le rappeler encore ici, c'est spécialement dans la différence des attractions chimiques que l'on doit faire consister la véritable diversité qui existe entre les productions de la nature; et à cet égard, la strontiane s'éloigne beaucoup de la barite.

14. Quoiqu'on n'ait que peu examiné les attractions et les effets de la strontiane sur les terres, les expériences du citoyen Vauquelin suffisent pour prouver que, traitée au feu avec la

silice et l'alumine, la strontiane agit sur elles à la manière des alcalis fixes, comme on a vu qu'agissait la barite d'après le résultat des mêmes expériences. Trois parties de strontiane et une partie de silice, chauffées fortement dans un creuset d'argent, pendant une heure, donnent une masse grise, sonore, vitrifiée, gercée dans plusieurs points, sans saveur sensible, ne s'échauffant plus dans l'eau comme le fait la strontiane, peu dissoluble par ce liquide, y entraînant cependant de la silice que l'acide muriatique dissout et qu'il dépose en gelée par l'évaporation.

Cinq parties de strontiane et une partie d'alumine récemment précipitée et encore humide, bouillies avec de l'eau, ont offert la dissolution d'un peu de strontiane et d'alumine, ainsi qu'une autre portion de cet alcali et de cette terre formant une combinaison insipide, insoluble dans l'eau, soluble sans effervescence dans les acides.

On reconnaît bien ici une action analogue à celle de la potasse et de la soude sur la silice et l'alumine, néanmoins plus faible et qui annonce que ces combinaisons siliceuses et alumineuses avec la barite et la strontiane pourront être trouvées parmi les pierres, et être employées avec avantage, dans la verrerie, la poterie, la fabrication des couvertes, des émaux, etc.

Il n'y a pas d'union connue entre la strontiane, la glucine, la zircone, la magnésie, la chaux, la barite, la potasse et la soude.

15. En comparant les propriétés indiquées de la strontiane avec la barite, on trouve que malgré la ressemblance générale de ces propriétés, elle en diffère cependant par moins d'âcreté, moins de pesanteur, par la phosphorescence, la coloration de la flamme en pourpre, l'infusibilité, une dissolubilité dix fois moindre, une forme réellement diverse, et sur-tout par les composés salins et l'ordre de ses attractions beaucoup plus faibles. On peut encore noter ici deux différences essentielles, l'une de colorer

par ses composés salins et sur-tout par son muriate la flamme de l'alcool en beau rouge pourpre, tandis que la barite ne la modifie qu'en jaune ; l'autre, découverte ou confirmée par Pelletier, est de n'être point vénéneuse comme cette dernière.

16. On ne connaît pas plus la nature intime, ou la composition de la strontiane, que celle de toutes les autres bases terreuses et alcalines. Il n'est pas plus permis de penser, au moins sans admettre une hypothèse absolument dénuée de preuves, qu'elle est formée d'un oxide métallique, qu'on ne doit le faire sur les matières précédentes. C'est même renverser par une hypothèse invraisemblable toutes les idées reçues que de la regarder comme un corps brûlé, comme un oxide. La strontiane n'est encore employée à aucun usage ; on en a trop peu trouvé encore dans les fossiles, quoiqu'on puisse croire qu'elle est très-abondante dans la nature, et d'ailleurs on a encore trop peu examiné ses propriétés et celles de ses combinaisons pour l'avoir appliquée à quelque emploi ; mais on peut espérer qu'elle deviendra quelque jour d'une grande utilité pour les arts.

ARTICLE XIII.

De l'ammoniaque.

1. L'ammoniaque, la troisième et la plus faible espèce d'alcali, était autrefois nommée *alcali volatil*, *esprit volatil de sel ammoniac*, *alcali volatil fluor*, *alcali volatil caustique*. Le mot ammoniaque, adopté depuis 1787, est tiré du sel ammoniac dont on extrait communément cette espèce d'alcali, et qui vient lui-même de la dénomination Ammonie, pays de la Lybie, où l'on prépare depuis un temps immémorial ce sel avec le sable imprégné d'urine et de fiente de chameaux, comme on le dira dans la section suivante. Le mot *ammoniac* a reçu dans la nomenclature méthodique la terminaison féminine *aque*, pour être rapproché de ceux de barite, de potasse, etc., par le genre, comme cet alcali l'est par ses propriétés.

2. L'ammoniaque paraît avoir été absolument inconnue aux anciens ; c'est dans le quinzième siècle, dans les ouvrages de Basile Valentin, qu'on trouve la première idée de la séparation de cet alcali et de quelques-unes de ses propriétés. A la fin du dix-septième, on ne la distinguait pas cependant encore bien des autres bases salifiables, quoiqu'on sut l'obtenir des matières animales distillées, et qu'on l'eut déja désignée par les noms d'*esprit volatil* et de *sel volatil* du sang, de la vipère, de la corne de cerf, etc. L'analyse du sel ammoniac, qui n'a été faite avec soin qu'au commencement du dix-huitième siècle, a été l'époque où on l'a reconnue bien différente des alcalis fixes, et où le nom d'*alcali volatil* a commencé à recevoir une valeur exacte. Depuis cette époque jusqu'aux découvertes de Black sur les deux états des alcalis caustiques et doux, sur leur adoucissement par *l'air fixe* ou acide carbonique, on a été dans une erreur continuelle relativement à l'alcali volatil ; on le croyait pur seulement sous la forme solide et cristalline, tandis que c'était un sel qu'on prenait alors pour lui ; et dans son état pur, caustique, fluide, on le croyait altéré et comme gâté par la chaux ou les différentes matières qui avaient servi à l'extraire du sel ammoniac, tandis que c'était là son véritable état naturel et pur. Cette longue erreur a été détruite par la découverte de l'acide carbonique. Bientôt le doct. Priestley l'examina sous la forme de gaz, et le décomposa par l'électricité sans savoir encore en quoi il consistait. Schéele et Bergman ont entrevu sa composition par leurs travaux depuis 1775 jusqu'en 1788 ; le citoyen Berthollet l'a déterminée avec exactitude, en expliquant sa formation et sa décomposition en 1785. C'est depuis cette dernière époque que l'histoire de cette espèce d'alcali est complète et facile à exposer comme à concevoir, puisqu'il ne reste rien d'obscur dans ses propriétés.

3. L'ammoniaque existe dans la nature, mais seulement en moins grande quantité, et dans des cas plus rares et avec moins de permanence en quelque sorte que les quatre autres alcalis,

parce qu'elle paraît être et plus facile à former et plus facile à décomposer. On la trouve, dit-on, dans le voisinage des volcans, combinée avec l'acide sulfureux et l'acide sulfurique; on ne la rencontre point parmi les sels fossiles; elle se dégage sans cesse de quelques matières végétales et sur-tout des substances animales pendant leur putréfaction à la surface du globe. Celle qu'on se procure pour le besoin des arts et pour les laboratoires de chimie est presque toujours le produit d'une fabrication entière. On la fait de toutes pièces en décomposant les matières animales par le feu dans des appareils distillatoires, et c'est même ce qui a lieu dans la fabrication du sel ammoniac ou muriate d'ammoniaque, de quelque manière ou par quelque procédé qu'on le prépare.

4. Comme ce dernier sel est fabriqué en grand dans beaucoup de manufactures, et qu'il est pour les chimistes une sorte de réservoir où l'ammoniaque abondamment contenue et toute formée peut être extraite pure par des moyens faciles et prompts, c'est ordinairement de ce sel qu'on la sépare, au moyen de la chaux qui a plus d'attraction pour l'acide muriatique que n'en a l'ammoniaque, et qui dégage cette dernière facilement et rapidement à mesure que la chaux s'unit à l'acide. Le procédé par lequel on obtient cet utile produit appartenant entièrement à l'histoire du muriate d'ammoniaque, et devant être décrit dans l'article consacré aux sels muriatiques, je ne dois qu'indiquer ici le résultat qu'il fournit. On peut aussi dans les laboratoires de chimie, comme on le fait dans plusieurs manufactures, fabriquer l'ammoniaque et en obtenir même de grandes quantités par la distillation des matières animales, surtout de l'urine, des chairs pourries, des chiffons de laine, des os traités soit dans des cornues, soit dans des tuyaux de fer ou de terre avec des appareils très-simples qui conduisent la vapeur ammoniacale dans l'eau, où elle se condense. Il faut alors purifier cette espèce d'ammoniaque liquide, qui dans cette préparation première est sale et imprégnée d'huile, et la rec-

tifier à un feu doux après l'avoir mêlée avec un peu de chaux.

5. L'ammoniaque peut être facilement obtenue en gaz, soit dans les expériences déja indiquées, soit par un procédé qu'on pratique exprès, en chauffant du muriate d'ammoniaque mêlé avec de la chaux vive, ou de l'ammoniaque liquide, extraite par les moyens indiqués, dans une petite cornue ou un matras de verre, terminé par un long bec ou un long tube qui plonge sous des cloches pleines de mercure placées dans une cuve remplie du même métal. Comme dans cet état gazeux l'ammoniaque est plus pure que sous la forme liquide, on va décrire d'abord les propriétés du gaz ammoniac, et on s'occupera ensuite de l'ammoniaque liquide, lorsque l'examen de celles de ce corps gazeux aura conduit à le combiner avec l'eau et à en former l'ammoniaque dans son état ordinaire, dans celui où on la conserve le plus facilement et où on l'emploie le plus fréquemment à cause de son peu de volume.

6. Le gaz ammoniac qui, renfermé dans une cloche, ressemble parfaitement à l'air par sa transparence parfaite et son invisibilité, ainsi que par sa compressibilité, en diffère d'ailleurs par toutes ses propriétés. Il est plus léger que l'air commun; Kirwan a trouvé qu'un pouce cube de ce gaz ne pesait que 0,27 de grain, tandis que l'air pèse 0,46. Il a donc une pesanteur presque moindre de moitié. Il a une odeur vive, piquante et âcre qui irrite fortement les yeux et les narines et qui rappelle le mouvement ralenti des animaux, au point qu'on l'emploie comme stimulant et cordial pour les faire revenir de l'asphixie ou de l'affaiblissement. Cependant il n'est pas respirable, et il asphixie lui-même les animaux. On dit que l'odeur de ce gaz est urineuse, parce qu'en effet l'urine qui se pourrit exhale une grande quantité de gaz ammoniac; mais cette odeur y est mêlée d'un effluve putride.

Le gaz ammoniac a une saveur acre et caustique beaucoup moins forte cependant que celle des alcalis fixes, et il

ne dissout pas les substances animales comme le font la potasse et la soude. Il verdit fortement la couleur des violettes, de la mauve, des raves, et change en brun rouge le jaune de curcuma. Quoiqu'il éteigne les bougies allumées, il donne à leur flamme un volume plus considérable, et s'allume lui-même lorsqu'il est bien chaud.

7. La lumière n'altère pas le gaz ammoniac. Le calorique le dilate dans une raison encore inconnue. Les corps poreux comme le charbon, l'éponge, le liége, l'absorbent et le condensent. Quelle que soit la masse et l'intensité du calorique dont on l'impregne, il ne change point de nature; en le faisant passer à travers un tube de porcelaine rouge, il n'est point décomposé. Les étincelles électriques au contraire le décomposent, suivant les expériences du doct. Priestley et du cit. Van-Marum. Il se sépare alors en deux gaz; savoir, le gaz azote et le gaz hidrogène. Ainsi le fluide électrique isole, dissout ces deux principes, et fond chacun d'eux en fluide élastique, et quand on n'aurait que ce procédé, on connaîtrait par là sa nature, sa composition, et même la proportion de ses deux composans.

8. Le gaz ammoniac n'a aucune action à froid par le simple contact ou le simple mélange sur le gaz oxigène qui le décompose à une haute température : en faisant passer ces deux gaz mêlés ensemble dans un tube de porcelaine rouge de feu, il y a décomposition de l'ammoniaque, inflammation et détonation de son hidrogène, qui passe à l'état d'eau, et même formation d'acide nitrique, si la proportion du gaz oxigène est considérable; si ce dernier n'est qu'en proportion capable de saturer l'hidrogène de l'ammoniaque, il y a un résidu de gaz azote après la condensation de l'eau formée. En faisant avec soin cette expérience, on reconnaît que l'azote est beaucoup plus abondant que l'hidrogène dans le composé ammoniacal.

9. Il n'y a aucune combinaison entre le gaz azote et le gaz ammoniac. L'air, formé des deux gaz oxigène et azote, n'agit point à froid et par le simple mélange sur le gaz ammoniac.

Celui-ci le traverse comme plus léger ; déplacé par lui dans les vases dont on met l'ouverture en haut, ce gaz se dissout dans l'atmosphère et s'y combine avec l'acide carbonique. A une haute température, dans un tube de porcelaine rouge on brûle le gaz ammoniac mélangé d'un suffisante quantité d'air atmosphérique ; il se forme de l'eau et le résidu fluide élastique contient et le gaz azote atmosphérique et celui qui provient de la décomposition de l'ammoniaque.

10. On ne connaît aucun effet entre le gaz ammoniac et le gaz hidrogène à toutes les températures, sans doute parce que dans cet alcali volatil il y a saturation complète entre l'azote et l'hidrogène qui le constitue, et parce qu'il ne peut pas prendre une plus grande quantité de ce principe que celle qu'il contient.

11. A froid on n'observe aucune action, ni combinaison, entre le gaz ammoniac et le carbone ; on voit seulement ce gaz être condensé et absorbé par le charbon. Mais lorsqu'on fait passer du gaz ammoniac dans un tube de porcelaine contenant du charbon rouge de feu, il se forme un acide à radical ternaire composé d'azote, d'hidrogène et de carbone, uni sans doute à la petite proportion d'oxigène qui se trouve dans l'eau accompagnant le gaz ou le charbon, ou dans l'air qui reste au milieu du tube. Cet acide sera examiné dans l'histoire des matières animales qui contiennent abondamment les quatre principes nécessaires à leur composition. Il en sera question, sous le nom d'acide prussique, dans l'examen de ces matières, avec lesquelles on le prépare à l'aide de divers procédés chimiques : il suffit de savoir ici qu'il se forme dans la réaction de l'ammoniaque et du carbone exposés à la chaleur rouge.

12. Le phosphore ne se dissout dans le gaz ammoniac qu'à chaud, et lorsque la température est très-haute, comme dans un tube de porcelaine rouge : il se forme alors du gaz hidrogène phosphoré, et il reste du gaz azote saturé de phosphore. La

décomposition de l'ammoniaque a lieu ici par une double action du phosphore qui attire d'une part l'hidrogène et d'un autre l'azote, en se dissolvant dans chacun de ces corps isolé en gaz.

13. Le gaz ammoniac n'agit point à froid sur le soufre; à chaud, il le dissout lorsque le soufre est en vapeur et il se forme un sulfure ammoniacal qui se condense promptement dans l'eau, la décompose facilement, et constitue un sulfure hidrogéné fumant dont il sera parlé plus bas dans l'histoire de l'ammoniaque liquide. Le gaz ammoniac s'unit aussi, quoique difficilement avec le gaz hidrogène sulfuré, et il forme un hidrosulfure ammoniacal qui sera décrit plus bas, ainsi que le précédent, parce qu'on le prépare plus facilement avec l'ammoniaque liquide.

14. On ne connaît aucune action entre le gaz ammoniac, le diamant et les métaux; l'eau que le gaz tient souvent en dissolution est facilement décomposée par quelques substances métalliques qu'on plonge dans le gaz ammoniac. Leur surface se couvre d'une couche d'oxide qui absorbe l'ammoniaque, et on trouve un peu de gaz hidrogène dans l'appareil.

15. Le gaz ammoniac se combine promptement et facilement avec l'eau dans tous les états. Lorsqu'on met de la glace en contact avec ce gaz, elle l'absorbe et le condense sur-le-champ, elle se fond et devient tout-à-fait liquide, et il se produit toujours du refroidissement, quelle que soit la proportion des deux corps qu'on mêle ensemble. Ce refroidissement constant est dû à ce que l'eau, en fixant le gaz ammoniac, devient plus rare et plus légère quelle ne l'est naturellement; et parce qu'en acquérant cette liquidité elle augmente de capacité pour le calorique, on a besoin d'en absorber davantage pour conserver cet état de raréfaction. L'eau liquide, au contraire, à mesure qu'elle condense du gaz ammoniac, s'échauffe en raison de la perte de calorique que fait le gaz en se liquéfiant, et qui surpasse la quantité dont l'eau a besoin pour

prendre l'état de légèreté quelle acquiert dans cette combinaison. Lorsque l'eau qui absorbe le gaz ammoniac, et qu'on offre aujourd'hui au contact de ce gaz dans toutes les opérations où l'on veut se procurer de l'ammoniaque liquide, est parvenue à 50 degrés de température du thermomètre centigrade, elle n'en retient plus; celui qui y arrive passe en grosses bulles qui traversent la liqueur sans diminuer de volume comme auparavant, qui viennent crever à sa surface en fumée blanche à cause de l'eau qu'elles dissolvent en raison de leur température et dont elles déposent une partie quand elles sont parvenues dans l'air du vaisseau. Le gaz ne se condensant plus, la liqueur se refroidit peu-à-peu. Alors la condensation recommence; mais le calorique, moins abondant, dégagé par cette seconde portion de gaz fixé étant enlevé par les vaisseaux et l'air extérieur, il s'établit bientôt un équilibre de température entre la liqueur, les vases et l'air environnant; et à ce point la saturation de l'eau est complète. Ce liquide prend ainsi et liquéfie à-peu-près la moitié de son poids de gaz ammoniac; l'eau augmente de plus de la moitié de son volume et perd un peu plus du dixième de sa pesanteur spécifique. Dans cet état elle pèse 897, l'eau pesant sous le même volume 1000. C'est cette eau ainsi saturée de gaz ammoniac qu'on emploie le plus souvent dans les expériences, à cause du peu de volume qu'elle occupe en comparaison du gaz ammoniac, et de la facilité de sa conservation. On examinera plus bas ses propriétés, parce qu'il est important de bien connaître cette espèce d'alcali dans cet état qui est le plus ordinaire et le plus commode. On verra dans l'histoire du muriate d'ammoniaque qu'en le décomposant par la chaux pour en obtenir l'alcali ammoniacal, on se sert avec beaucoup d'avantages de cette propriété du gaz ammoniac de se condenser dans l'eau froide pour ne rien perdre, et pour avoir un produit aussi pur qu'abondant.

16. Le gaz ammoniac s'unit peu aux oxides métalliques;

quelques-uns cependant l'absorbent et se combinent avec lui, presque dans l'état salin. D'autres, et ce sont ceux qui adhèrent le moins à l'oxigène, mis en contact avec ce gaz, en décomposent une partie, cèdent de leur oxigène à son hidrogène et se désoxident. Presque tous les oxides produisent cet effet avec le gaz ammoniac, quand on les fait traverser par ce gaz à la température rouge dans des tubes de porcelaine; il en est même qui par la grande quantité d'oxigène qu'ils donnent dans ce cas, décomposent entièrement le gaz ammoniac, et le convertissent en eau et en acide nitreux. On reviendra sur ce point en parlant de l'ammoniaque liquide, parce que c'est sous cette forme qu'on la traite le plus souvent et le plus facilement par les oxides métalliques.

17. Le gaz ammoniac est fixé, liquéfié et quelquefois même solidifié par tous les acides avec lesquels il se combine facilement, quoique son attraction pour eux soit plus faible que celle de la strontiane, de la soude, de la potasse, de la barite, de la chaux, presque égale à celle de la magnésie, et seulement plus forte que celles de l'alumine, de la glucine et de la zircone. En s'y unissant, ce gaz perd tout-à-coup sa forme fluide élastique, laisse dégager une grande quantité de calorique et constitue les sels nommés ammoniacaux dont les propriétés seront décrites dans la section suivante. Mais comme l'union de cet alcali, sous forme gazeuse, présente avec les acides des phénomènes intéressans à connaître, on les décrira ici pour rendre l'histoire du gaz ammoniac plus complète. Les propriétés des sels qui feront la matière de la prochaine section ne doivent d'ailleurs y être exposées que dans leur état de combinaison terminée, tandis qu'ici il doit être traité des effets mêmes qui ont lieu au moment où cette combinaison s'opère.

18. Quand on fait passer du gaz ammoniac dans du gaz acide carbonique, au moment où le premier touche le second et tend à le traverser en raison de sa légèreté spécifique, il se

forme une vapeur légère, à peine sensible, il y a condensation des deux gaz, dégagement de calorique qui les abandonne, et cristallisation du sel formé ou du carbonate d'ammoniaque en filets soyeux ou en poussière fine qui s'attachent aux parois du vase où l'on a fait le mélange. Cette opération, comme toutes celles où l'on combine un gaz acide quelconque avec le gaz ammoniac, doit être faite sur le mercure et non sur l'eau, qui condenseroit l'une ou l'autre des gaz avant qu'on pût les unir, et qui empêcherait de voir les phénomènes que présente leur union réciproque.

19. Le gaz ammoniac est rapidement condensé et absorbé par l'acide phosphorique liquide, par l'acide phosphoreux et par l'acide sulfurique dans le même état. Il se dégage beaucoup de calorique, il se forme du phosphate, du phosphite ou du sulfate d'ammoniaque, sels qui seront décrits en particulier dans la section suivante.

20. En introduisant du gaz ammoniac dans du gaz acide sulfureux, il y a tout-à-coup une grande pénétration entre les deux fluides élastiques, un dégagement très-abondant de calorique : une fumée blanche épaisse remplit à l'instant le vase où l'on fait cette expérience ; il se dépose sur ses parois du sulfite d'ammoniaque concret, en flocons d'un jaune rougeâtre, souvent variés et comme tachetés dans leur couleur, qui redeviennent blancs et susceptibles de donner des cristaux transparens, lorsqu'on les dissout dans l'eau.

21. Le gaz ammoniac se fixe très-vîte dans l'acide nitrique. Au plus léger contact de ce gaz avec la vapeur qui s'exhale de l'acide nitrique concentré, il paraît une fumée blanche de nitrate d'ammoniaque déja solide ; cette expérience est si sensible qu'on se sert souvent de l'acide nitrique peu fumant ou même non fumant dont on mouille une baguette de verre, pour juger si une liqueur ou un produit quelconque dans lequel on a lieu de soupçonner la présence de l'ammoniaque

trop peu abondante pour y être très-sensible et très-prononcée, contient réellement cet alcali volatil : on en est assuré lorsque la liqueur se couvre d'une fumée blanche à l'approche de l'acide nitrique. Il est presque superflu de dire qu'il se dégage beaucoup de calorique au moment où le gaz ammoniac est fixé par l'acide nitrique. A une haute température, même bien inférieure à celle qui fait rougir les tubes de porcelaine, le gaz ammoniac et le gaz acide nitrique se décomposent réciproquement et s'enflamment; il se forme de l'eau et il se dégage de l'azote radical, acidifiable de l'un et principe alcalifiant de l'autre. On reviendra sur ce phénomène en traitant du nitrate d'ammoniaque.

22. Ce qu'on nomme acide nitreux dans les laboratoires, c'est-à-dire de l'acide nitrique contenant diverses proportions d'oxide d'azote ou de gaz nitreux, absorbe également le gaz ammoniac ; mais le calorique qui s'en sépare volatilise le gaz nitreux, de manière qu'on n'obtient par là que du nitrate, et non du nitrite d'ammoniaque, comme on pourroit le croire. Il en est de même du véritable acide nitreux, de la vapeur nitreuse rutilante ou de l'acide nitrique saturé de gaz nitreux, et en tenant, comme on l'a dit ailleurs, un dixième moins que son propre poids. Quand on mêle du gaz ammoniac avec cette vapeur, il se reproduit une vapeur blanche épaisse, avec beaucoup de dégagement de calorique ; il y a condensation non complète; la couleur rouge disparaît; il se forme du nitrate d'ammoniaque qui se dépose en poussière cristalline, et il reste dans l'appareil du gaz nitreux qu'on fait devenir rouge de nouveau, ou qu'on change en nouvelle vapeur nitreuse par l'addition du gaz oxigène. Le gaz ammoniac décompose donc la vapeur nitreuse, il en absorbe l'acide nitrique, ou à peu près les $\frac{5}{9}$, et en dégage le gaz nitreux, ou à très-peu de chose près les $\frac{4}{9}$.

23. Le gaz ammoniac n'est que difficilement absorbé par les acides métalliques ; il faut ajouter de l'eau pour favoriser

leur union; aussi on reparlera de ces combinaisons, en traitant de l'ammoniaque liquide qui les forme facilement.

24. L'union du gaz ammoniac avec le gaz acide muriatique est une des plus énergiques et des plus remarquables que ce corps présente. Le premier, introduit dans une cloche pleine du second, le pénètre avec une promptitude et une activité difficiles à décrire; il y a condensation subite, chaleur considérable produite, vapeur ou fumée blanche si épaisse et si abondante qu'elle trouble entièrement le vase. Le muriate d'ammoniaque formé se cristallise et se dépose sur les parois en petite aiguilles soyeuses, ou en flocons pulvérulens légers, suivant la quantité d'eau que contenaient respectivement les deux gaz. Cette expérience est un des exemples les plus frappans de deux corps gazeux convertis tout-à-coup en un composé solide, et de la précipitation rapide de deux bases solidifiables, abandonnant chacune de leur côté le calorique qui les tenait en dissolution, parce qu'elles ont l'une pour l'autre plus d'attraction qu'elles n'en ont chacune pour leur dissolvant gazéfiant. C'est en raison de cet effet rapide et puissant de condensation réciproque entre le gaz ammoniac et le gaz acide muriatique, qu'on se sert de ce dernier dissous dans l'eau, ou d'acide muriatique liquide pour reconnaître la plus petite portion d'ammoniaque rendue alors sensible par la vapeur blanche qu'il forme lorsqu'elle est voisine de cet acide. On le préfère même souvent pour cela à l'acide nitrique.

25. Il n'y a point de combinaison entre le gaz ammoniac et le gaz acide muriatique oxigéné, mais décomposition instantanée de ces deux gaz. J'ai découvert qu'en faisant passer le premier de ces gaz dans le second, il y avait inflammation et lumière blanche dégagée pendant l'union de l'oxigène avec l'hidrogène de l'ammoniaque; l'eau qui se forme en même temps présente une vapeur blanche très-épaisse. Elle dissout l'acide muriatique, et il reste du gaz azote. Il n'y a qu'une portion du gaz ammoniac décomposé, parce que la partie

d'acide muriatique oxigéné, privée d'abord de son oxigène, se combine avec une portion de ce gaz et le change en muriate sur lequel l'acide muriatique oxigéné restant encore n'a plus d'action. On trouve ici une des preuves de la nature de l'ammoniaque et de sa composition par l'azote et l'hidrogène. Quoique cette expérience ne puisse pas servir à déterminer les proportions de ses principes, puisqu'une partie du gaz ammoniac échappe à la décomposition ; la petite quantité d'eau obtenue et le volume du gaz azote restant, comparés à la dose primitive des deux gaz employés, annoncent assez que l'azote est beaucoup plus abondant dans l'ammoniaque que l'hidrogène.

26. Le gaz ammoniac s'unit rapidement au gaz acide fluorique ; il y a condensation, vapeur blanche, épaisse, dégagement de calorique, précipitation de silice, et formation de fluate ammoniacal solide et cristallin. L'acide boracique n'absorbe point le gaz ammoniac.

27. Il n'y a nulle action et nulle union entre le gaz ammoniac et les substances terreuses. On sait déja que la chaux a la propriété de dégager l'ammoniaque en gaz de ses combinaisons, ainsi que le font la barite, la potasse, la soude et la strontiane. Souvent même les matières alcalines bien pures, bien caustiques et bien concentrées, en agissant sur des composés compliqués qui contiennent parmi leurs principes beaucoup d'azote et d'hidrogène comme les substances animales, détachent ces deux corps de la composition, dans la proportion et dans l'état convenable à la formation de l'ammoniaque qui se dégage alors en gaz. C'est ainsi que la chaux, la barite, la potasse, la soude et la strontiane produisent dans les liquides ou les solides qui ne contiennent point d'ammoniaque toute formée, une quantité quelconque de cet alcali volatil au moment même de leur contact, et sur-tout par leur trituration avec ces substances. On reviendra sur ce fait dans la section des matières animales.

28. Il ne suffit pas d'examiner les caractères et les propriétés du gaz ammoniac, puisque ce n'est pas dans l'état de gaz qu'on conserve et qu'on emploie le plus souvent cette espèce d'alcali ; il faut encore l'étudier sous la forme liquide qu'elle a le plus souvent, qu'on lui donne à dessein pour s'en servir avec plus de facilité ou d'avantage, soit dans les arts, soit en médecine, soit même en chimie. J'ai fait voir comment on se procurait l'ammoniaque liquide ; j'ai décrit les phénomènes que présentait le gaz ammoniac en se fixant dans l'eau ; il s'agit actuellement de voir comment l'ammoniaque liquide se comporte dans ses combinaisons ou ses décompositions, et quelles différences elle offre avec le gaz ammoniac.

29. Il faut observer d'abord que comme l'alcali volatil est bien plus souvent sous forme liquide que sous forme gazeuse, et comme il est bien plus commode à employer, c'est sous cette forme de liqueur la plus propre à tous les usages, qu'on doit la nommer particulièrement ammoniaque, en réservant l'expression gaz ammoniac pour la désigner dans l'état de fluidité élastique. C'est cette ammoniaque en liqueur qu'on a nommée *alcali volatil fluor*, *alcali volatil caustique*, *esprit alcalin*, *esprit volatil de sel ammoniac* ; c'est elle qu'on prépare et qu'on conserve pour les usages de la pharmacie, de la médecine et des manufactures, en décomposant le muriate d'ammoniaque par la chaux, en recevant dans l'eau froide et à l'aide de tubes qui l'y conduisent, le gaz ammoniac qui se dégage et dont on laissait perdre autrefois la plus grande partie par les tubulures des vaisseaux nécessaires pour éviter les fractures des ballons, avant la découverte de l'appareil de Woulfe : cette liqueur est donc une combinaison d'ammoniaque et d'eau.

30. L'ammoniaque, plus légère que l'eau, transparente comme elle, d'une odeur vive et pénétrante, qu'on ne peut respirer que rapidement et par intervalles, d'une saveur âcre et presque caustique, quoique ne brûlant et ne dissolvant pas

les matières animales comme les lessives concentrées de potasse et de soude, verdissant fortement les violettes et beaucoup d'autres fleurs, brunissant la teinture jaune du curcuma, n'est en aucune manière altérable par la lumière qu'elle réfracte seulement dans un rapport supérieur à celui de sa densité, parce qu'elle est composée de deux corps combustibles. Quand on la chauffe, le calorique qu'on y accumule fond promptement et sépare, sous forme de bulles, l'ammoniaque qui se dégage en gaz avec effervescence, et qu'on peut recueillir dans des cloches pleines de mercure. Elle bout beaucoup plus vite que de l'eau, et à quarante-cinq degrés elle est en pleine ébullition en raison de ce dégagement du gaz; on a de la peine à séparer les dernières portions de celui-ci qui adhèrent assez fortement à l'eau. On n'obtient l'ammoniaque sous forme presque solide, ou au moins de la consistance d'une gelée opaque qu'à la température de 32 degrés — o. A ce froid qui congèle le mercure, elle se fige et devient opaque.

La diminution de pression, celle par exemple qui a lieu quand on s'élève sur des montagnes et quand le poids de l'atmosphère diminue avec sa hauteur, produit sur l'ammoniaque le même effet que le calorique, et la dégage de l'eau. Au contraire, le refroidissement comme l'augmentation de pression entretient la combinaison liquide de l'ammoniaque avec l'eau, la fixe davantage, et augmente même la dissolution aqueuse de l'ammoniaque : aussi profite-t-on de ces deux circonstances réunies, la pression d'une grande colonne d'eau, et le refroidissement à l'aide de la glace mêlée de sel marin dont on entoure les bouteilles servant de récipient, pour composer une ammoniaque liquide très-forte et très-concentrée; aussi l'ammoniaque préparée par ces procédés devient-elle bien plus odorante, et presque spontanément effervescente, lorsqu'on la porte d'un lieu frais dans une température plus chaude, d'un endroit bas dans une situation plus élevée de l'atmosphère, lorsqu'on l'observe même dans son passage de

l'hiver à l'été ; souvent cette dernière circonstance suffit pour briser les vases qui la contiennent.

31. L'ammoniaque n'éprouve aucun effet par le contact du gaz oxigène et du gaz azote. Exposée à l'air dans un vaisseau découvert, une partie de l'ammoniaque s'en dégage en gaz, se répand et se dissout dans l'atmosphère ; les couches supérieures d'eau qui en sont alors privées se précipitent en stries visibles à travers la portion la plus satinée et la plus légère placée d'abord au-dessous d'elle, et se mêlent peu à peu avec celle-ci pour rétablir l'équilibre de dissolution, quand l'air environnant est saturé de gaz ammoniac. En même temps l'acide carbonique de l'atmosphère se précipite dans la liqueur, s'unit à l'ammoniaque et lui communique les propriétés du carbonate d'ammoniaque, sur-tout la puissance des doubles attractions dont jouit ce sel, et qui lui fait produire, comme on le verra dans la section suivante, des effets de décomposition que les chimistes ont toujours attribués à l'alcali volatil, méconnu alors dans son état de pureté.

32. L'ammoniaque n'exerce aucune action sur le gaz hidrogène, le carbone et le phosphore ; il n'y a ni absorption, ni dissolution, ni changement quelconque dans ces corps mis en contact. Si on les chauffe plus ou moins fortement ensemble, alors l'ammoniaque réduite en gaz agit, comme on l'a dit plus haut en la considérant dans cet état.

33. Il n'y a pas non plus d'action sensible entre l'ammoniaque et le soufre. On prépare, en distillant un mélange de muriate d'ammoniaque, de chaux et de soufre, un composé qui se forme entre le soufre et l'ammoniaque en vapeurs, qui réagit sur l'eau dégagée en même temps du mélange et qui s'y dissout en partie. C'est un sulfure hidrogéné d'ammoniaque d'une couleur orangée foncée, qui exhale des vapeurs fétides et visibles dans l'air en raison de l'ammoniaque qu'il tient en excès, et que l'on a nommé long temps *liqueur fumante de Boyle*, parce qu'elle a été découverte par ce phy-

sicien. Ce sulfure est entièrement décomposable par le feu, les acides, et le gaz hidrogène sulfuré.

34. L'ammoniaque absorbe si promptement le gaz hidrogène sulfuré qu'il suffit d'y faire passer ce gaz à l'aide d'un tube, ou de l'agiter dans un vase avec l'ammoniaque liquide pour l'en saturer ; cette saturation se fait avec dégagement du calorique, coloration en jaune, et formation de vapeur. L'hidrosulfure d'ammoniaque que l'on prépare ainsi est susceptible de cristallisation ; il n'a pas l'odeur fétide du sulfure hidrogéné. On le décompose par le calorique, par le contact du gaz oxigène, les acides, les oxides métalliques. On le regarde depuis quelque temps comme un médicament très-précieux dans le cas où l'on pense que les humeurs sont trop oxigénées, et les solides trop actifs par la surabondance d'oxigène. Il produit promptement un grand affaiblissement dans les organes des animaux.

35. On n'observe aucune action entre l'ammoniaque et le diamant. Cet alcali volatil sous sa forme liquide attaque plus fortement les métaux que le gaz ammoniac, en raison de l'eau qu'il contient et de sa décomposition par les substances métalliques qu'il facilite. Aussi l'ammoniaque agit-elle si sensiblement sur les métaux les plus avides d'oxigène, qu'elle fait naître une effervescence et donne lieu au dégagement du gaz hidrogène ; elle s'unit ensuite à une partie des oxides métalliques formés.

36. L'eau s'unit en toutes proportions avec l'ammoniaque liquide qui en dégage un peu de calorique, et qui ne fait que perdre par cette addition une partie de sa force, de son âcreté alcaline et de sa légèreté spécifique.

37. On observe une action beaucoup plus marquée entre les oxides métalliques et l'ammoniaque, qu'entre ces mêmes corps et le gaz ammoniac. L'eau favorise et permet d'ailleurs d'apprécier avec plus de facilité les phénomènes qui se passent entre ces substances. En général les oxides métalliques se

comportent de quatre manières différentes avec l'ammoniaque liquide ; les uns s'y dissolvent, sans aucune altération de part ni d'autre, et forment avec elle des composés salins où ils jouent le rôle d'acides ; tels sont les oxides de zinc, d'étain, d'argent, etc. Les autres sont décomposés partiellement ou se laissent enlever une partie de leur oxigène par l'hidrogène de l'ammoniaque, avec lequel il forme de l'eau, de sorte que l'azote, autre principe de l'ammoniaque, se dégage en gaz et avec effervescence, tandis que l'oxide se rapproche de l'état métallique. Le citoyen Berthollet qui a bien décrit cette action en a tiré parti pour connaître la proportion des principes de l'ammoniaque. L'oxide de cuivre vert est spécialement dans ce cas ; il passe à l'aide de la chaleur à l'état d'oxide brun en décomposant l'ammoniaque liquide dont l'azote se dégage en fluide élastique avec effervescence. Il y a quelques oxides qui sont entièrement décomposables par l'ammoniaque, tels que ceux d'or et d'argent ; pendant cette décomposition totale qu'on opère soit par la chaleur, soit par le seul contact et le frottement, il se produit une détonation violente due à l'expansion subite que prennent l'hidrogène et l'oxigène en s'unissant, et l'azote en se dégageant : on en parlera dans l'histoire de l'argent et de l'or. Enfin certains oxides, en se décomposant en partie par l'ammoniaque qu'ils décomposent en même temps complétement, forment de l'eau avec son hidrogène et de l'acide nitrique avec son azote, comme on l'observe avec les oxides de manganèse, de mercure et de plomb ; de sorte qu'avec des corps très-avides d'oxigène et qui décomposent en même temps l'eau et l'acide nitrique, on convertit l'azote et l'hidrogène de ces deux composés en ammoniaque, tandis que d'un autre côté, en traitant l'ammoniaque avec des corps qui contiennent et qui cèdent beaucoup d'oxigène, on en sépare les principes, on les unit un à un et isolément avec l'oxigène, et on les fait paraître sous la forme d'acide nitrique et d'eau. Ces espèces de transmutations réci-

proques, résultats heureux des découvertes modernes, en découlant des bases de la doctrine pneumatique, et en expliquant des phénomènes autrefois inconnus ou inintelligibles, donnent une grande force à cette doctrine, et en démontrent l'évidence.

38. Tous les acides s'unissent à l'ammoniaque avec chaleur, ou en dégagent du calorique, et forment avec eux des sels qui seront examinés dans la section suivante. Les phénomènes de son union avec les acides ne sont pas aussi remarquables que ceux qui accompagnent sa combinaison en état de gaz, puisque sa forme liquide ne comporte pas tous les changemens qui ont lieu quand elle passe de cet état gazeux à la consistance solide et cristalline.

39. L'ammoniaque est décomposée par l'acide muriatique oxigéné, mais avec des phénomènes différens de ceux qui ont lieu entre ces deux corps gazeux; il n'y a point d'inflammation entre eux comme entre leurs gaz. Quand on approche de l'ammoniaque liquide de l'acide muriatique oxigéné liquide, il se forme une fumée blanche par la rencontre de leurs vapeurs. Quand on verse dans un tube fermé à une de ses extrémités les quatre cinquièmes de son volume d'acide muriatique oxigéné, et par dessus le cinquième d'ammoniaque liquide, et quand ensuite on retourne ce tube en bouchant son extrémité ouverte avec le doigt, de manière que le bout fermé soit placé en haut, et l'extrémité ouverte plongée dans l'eau, l'ammoniaque, plus légère que l'acide, le traverse; il s'excite une vive effervescence, et il se rassemble du gaz azote au-dessus de la liqueur : celle-ci contient un peu de muriate d'ammoniaque. Ainsi sous la forme liquide, comme dans celle de gaz, ces deux corps se décomposent également; l'oxigène de l'acide muriatique oxigéné se porte sur l'hidrogène de l'ammoniaque avec lequel il forme de l'eau, tandis que l'autre principe de cet alcali, l'azote, mis en liberté prend l'état de gaz. L'acide muriatique, devenu libre, s'unit à mesure avec une

portion de l'ammoniaque. On peut se servir de cette décomposition pour obtenir du gaz azote, en faisant passer du gaz acide muriatique oxigéné à travers de l'ammoniaque liquide dans un appareil propre à faire recueillir les gaz. On voit qu'il n'y a pas de combinaison permanente entre l'ammoniaque et l'acide muriatique oxigéné ; qu'il n'existe pas de muriate oxigéné d'ammoniaque. Le citoyen Van-Mons a cependant annoncé que cette combinaison pouvait avoir lieu sans décomposition à des températures basses au-dessous de la glace fondante. Nous avons fait un pareil mélange, le citoyen Vauquelin et moi, en prenant de l'ammoniaque refroidie et congelée par trente-deux degrés — o, et de l'acide muriatique oxigéné également refroidi et congelé ; il s'est produit, malgré cette basse température, un mouvement considérable, un dégagement de vapeur blanche très-épaisse, et une décomposition entre les deux corps.

Cette belle propriété de décomposition réciproque de l'ammoniaque et de l'acide muriatique oxigéné, dont la découverte est due au citoyen Berthollet, et par laquelle il a été conduit à la connaissance précise de la nature de l'alcali volatil, fournit un moyen d'empêcher les mauvais et dangereux effets du gaz acide muriatique oxigéné sur nos organes. Il suffit pour cela de mettre entre ses lèvres et dans ses narines du coton dont l'extérieur soit imprégné d'ammoniaque ; celle-ci met une sorte de barrière entre le gaz actif, la gorge et le nez ; de manière que, décomposé avant d'y parvenir, il ne produit aucun des effets qui le rendent dangereux ou au moins fort incommode.

4o. L'ammoniaque liquide n'a aucune action dissolvante sur la silice, la zircone et la glucine, en quelque quantité qu'on l'emploie, et à quelque température qu'on l'élève. Elle dissout l'alumine en petite proportion quand cette terre est extrêmement divisée ; elle entre avec elle dans des combinaisons ternaires avec les acides. Elle n'agit en aucune manière sur la magnésie et la chaux pures : ces terres, plus fortes qu'elle,

la chassent de ses combinaisons, sur-tout à l'aide de la chaleur ; elle dégage cependant en partie la magnésie de ses combinaisons ; elle s'y associe néanmoins dans des composés salins ternaires, ou dans des trisules dont il sera parlé dans la section suivante : elle égale donc presque la magnésie pour ses attractions avec les acides. Elle ne s'unit ni à la barite, ni à la potasse, ni à la soude, ni à la strontiane, qui sont beaucoup plus fortes et beaucoup plus attirées qu'elle dans leurs combinaisons salifiées. L'eau saturée de gaz ammoniac n'en absorbe de nouveau qu'en la refroidissant beaucoup. Cela ne change rien aux propriétés de l'ammoniaque, et ne fait que donner plus d'énergie à ses effets alcalins.

41. On voit, par les détails qui précèdent, et dont l'importance du corps que je traite autorise l'étendue, que l'ammoniaque est une espèce d'alcali qui a les plus grands rapports avec la plupart des phénomènes de la science ; que c'est le seul alcali dont la composition soit exactement connue ; qu'elle est susceptible de décomposition par beaucoup de substances, et notamment par les plus oxigénées ; qu'elle est composée d'environ quatre parties d'azote et une partie d'hidrogène, ou plus exactement que la proportion de l'azote à l'hidrogène :: 121 : 29 ; que toutes les fois que ces corps se trouvent au moment de leur isolement dans les proportions convenables, il se forme de l'ammoniaque, comme cela a lieu dans le traitement des matières animales par la chaleur, par la putréfaction, par les alcalis fixes caustiques, dans la décomposition de l'acide nitrique accompagnant celle de l'eau ; qu'au contraire, toutes les fois que l'ammoniaque est en contact avec des corps surchargés d'oxigène, et qui l'abandonnent volontiers, ce principe, en se portant sur son hidrogène et en le convertissant en eau, en sépare l'azote presque toujours sous la forme de gaz ; et qu'en général, quoiqu'elle se combine souvent dans son entier, elle tend sans cesse à se décomposer ; ce en quoi elle diffère beaucoup des quatre alcalis précédens.

42. Les propriétés et la nature connues de l'ammoniaque ont répandu la plus vive lumière sur la théorie générale de la chimie, et beaucoup contribué aux progrès de la science. On a connu les véritables effets de cette espèce d'alcali dans un grand nombre d'opérations ; ses attractions particulières, vérifiées avec une grande exactitude, ont éclairci une foule de faits sur les décompositions des sels. L'histoire des attractions doubles et des attractions disposantes y a beaucoup gagné. La propriété de fournir de l'ammoniaque dans un grand nombre de procédés analytiques a été déterminée et appréciée dans les matières animales, qui, considérées sous ce rapport, avaient si long-temps occupé infructueusement les chimistes. La formation de cet alcali, et sa décomposition dans une suite nombreuse d'opérations de chimie, est devenue un phénomène facile à expliquer, tandis qu'autrefois elles n'offraient qu'un véritable problème indéterminé. Les inflammations et les détonations que l'ammoniaque occasionne dans plusieurs circonstances négligées jusqu'aux nouvelles découvertes, n'ont plus rien qui embarrasse les chimistes ; et l'on n'a plus besoin, pour les expliquer, d'avoir recours à des théories hypothétiques et vagues qui ont si long temps régné dans les écoles. Les rapports de réciprocité, de formation et de décomposition entre l'acide nitrique, l'eau et l'ammoniaque, rapports qu'on doit nommer une des plus belles acquisitions de la doctrine pneumatique, ont été saisis et clairement conçus au moment même où la découverte en a été faite. Les analogies de plusieurs matières végétales avec les substances animales dans la production de l'ammoniaque n'ont plus présenté ces difficultés, ces incertitudes qui ont si long temps embarrassé la science. Enfin la composition des matières animales, les circonstances si variées de leur décomposition spontanée ou de la putréfaction qui les dénature, et qui tantôt y favorise la production de l'acide nitrique, tantôt y développe la formation de l'ammoniaque, ont été connues avec une précision et une

clarté qu'on aurait en vain cherchées dans les anciennes hypothèses théoriques.

43. Ces lumières se sont tout-à-coup répandues sur les plus importans usages de l'ammoniaque, sur ses propriétés médicamenteuses, et sur son emploi dans les maladies. On a vu qu'elle n'était pas un spécifique contre les asphixies, comme on l'avait prétendu, et que ce n'était pas par sa propriété d'absorber les acides qu'elle rappelait à la vie, mais bien par sa qualité stimulante, puisqu'elle excitait les mouvemens vitaux dans les asphixies commençantes produites par d'autres fluides élastiques que les gaz acides. On a reconnu qu'il ne fallait pas l'employer inconsidérément, et sur-tout la faire avaler à cause de son âcreté, comme on l'avait fait trop souvent dans les faiblesses, et que, pour éviter les malheurs qui pouvaient suivre cet emploi inconsidéré, il ne fallait pas conseiller à tout le monde de porter des flacons pleins d'ammoniaque liquide, mais bien des espèces de cassolettes chargées d'une éponge impregnée de gaz ammoniac.

A l'extérieur, on a appris à l'employer comme un résolutif, un discussif, un fondant très-énergique, et même comme un enflammant : elle calme les brûlures, les engelures, les piqûres d'insectes, etc. A l'intérieur, son usage a été approprié à un grand nombre de gaz, et sur-tout aux affections spasmodiques, mais avec moins de confiance cependant, sur-tout par rapport à ses propriétés spécifiques dans la syphilis et le cancer, qu'on ne l'avait d'abord annoncé. On a trouvé un médicament héroïque, comme fortement asthénique dans l'hidrosulfure ammoniacal.

44. Il n'y a pas de réactif plus utile ni plus fréquemment usité dans les laboratoires de chimie que l'ammoniaque. Elle y sert à une foule d'opérations, de précipitations, de décompositions d'analyses où on l'emploie avec bien plus de succès qu'autrefois, depuis qu'on connaît bien sa nature intime et ses principes. On en verra beaucoup d'applications dans

les sections qui vont suivre. Dans les arts, les ateliers, les manufactures, elle influe beaucoup sur le succès des procédés qu'on y pratique. Souvent même on la prépare ou on la fabrique en grande quantité en distillant des matières animales, pour la faire servir ensuite à des usages divers, pour en composer artificiellement le sel ammoniac ou muriate ammoniacal. On aura soin de faire connaître les principaux usages auxquels on la consacre dans un grand nombre des articles qui composeront les sections suivantes.

ARTICLE XIV.

Des combinaisons naturelles des terres entre elles, ou des pierres. Notions générales et chimiques de lithologie.

1. On a vu dans tous les articles précédens qu'aucune des matières terreuses et alcalines, aucune des bases salifiables dont on y a fait l'histoire, n'existait isolée ou pure dans la nature, et que l'art était toujours obligé d'employer des procédés plus ou moins compliqués pour séparer chacune d'elles et les obtenir dans leur état de pureté. Les composés d'où on les extrait constituent les espèces de fossiles qu'on nomme pierres, et qui, réduites en molécules plus ou moins fines par le mouvement des eaux, forment les terres naturelles.

2. Les pierres sont donc pour les chimistes des composés plus ou moins multiples de matières terreuses ou alcalines entre elles et quelquefois avec quelques oxides métalliques. Ceux-ci leur donnent la couleur qui les distingue; on y trouve quelquefois aussi de la potasse. Il est aisé de concevoir que c'est à la diverse proportion de leurs principes constituans que les pierres doivent leurs différentes propriétés, leur forme, leur dureté, leur pesanteur, leur fusibilité, ou leur qualité réfractaire, etc.

3. Quoique l'histoire de ces composés naturels appartienne plus particulièrement à la minéralogie, dont elle constitue, sous le nom de lithologie, une partie importante, les nombreux usages que l'on fait, même en chimie, des matières pierreuses, la lumière que cette science commence à répandre sur la nature des pierres naguères inconnue, l'espérance bien fondée que des analyses exactes donneront bientôt à cette branche de l'histoire naturelle le degré de certitude qui lui manque encore, m'engagent à comprendre dans le système chimique qui doit embrasser toutes les productions de la nature comme toutes les créations de l'art, ces combinaisons de terres entr'elles.

4. Sans entrer dans le détail de toutes les propriétés qu'on a reconnues aux pierres, ni même des nombreuses variétés que la nature en offre, il suffira pour l'objet que j'ai en vue de présenter ici dans autant de paragraphes particuliers : 1°. l'ensemble général des caractères que l'on a distingués dans les pierres et dont on s'est servi pour les faire reconnaître; 2°. une notion des méthodes lithologiques fondées sur ceux de ces caractères qui tombent sous les sens; 3°. une notion des systêmes qui ont été établis sur leur nature ou leur composition intime; 4°. la marche que suivent les lithologistes les plus modernes, en s'étayant sur l'une et l'autre de ces méthodes; 5°. les procédés généraux ou la méthode d'analyse que les chimistes emploient pour connaître les principes constituans des pierres; 6°. enfin le tableau des analyses faites sur les principales espèces de pierres connues aujourd'hui.

§. Ier.

Des caractères distinctifs des pierres.

5. Il est presque superflu de faire observer ici que les pierres et les terres naturelles dans lesquelles les premières se changent par le mouvement des eaux, forment ordinairement la première division des minéraux ou des fossiles que les naturalistes

partagent en quatre classes; savoir, les pierres, les sels, les corps inflammables et les métaux; que cette distinction, ce partage des minéraux en quatre classes est fondé sur des propriétés physiques opposées en quelque sorte les unes aux autres; que les pierres se distinguent par leur dureté, leur insipidité, leur indissolubilité et leur non-combustibilité: elles constituent d'ailleurs la plus grande masse du globe, tandis que les trois autres classes des corps ne sont jamais qu'en portions disséminées, en tas, couches ou filons séparés, qui ne peuvent être considérés que comme des accessoires de la même masse de la terre.

6. Comme, en comparant l'ensemble des pierres à celui des trois autres classes de minéraux ou de fossiles, on a trouvé des caractères propres à les faire distinguer, on a de même rencontré, en comparant les différentes pierres entr'elles, des caractères capables de les faire reconnaître et d'établir entre elles des distinctions non équivoques. Les propriétés sur lesquelles ces caractères sont fondées, et qu'on a beaucoup mieux étudiées dans les temps modernes qu'on ne l'avait fait dans la suite des siècles qui se sont écoulés depuis Aristote jusqu'à nous, sont aujourd'hui distinguées en trois genres; savoir, les propriétés ou caractères physiques, les propriétés ou caractères géométriques, les propriétés ou caractères chimiques. Esquissons rapidement ce que chacun de ces genres présente à l'observateur.

Caractères tirés des propriétés physiques des pierres.

7. Il faut remarquer d'abord que le nombre des propriétés sur lesquelles sont fondés les caractères spécifiques et distinctifs des substances pierreuses doit être considérable, et qu'on doit les emprunter dans tout ce que ces composés naturels peuvent offrir de différences sensibles, parce que les êtres naturels non perpétués par une génération constante comme les végétaux et les animaux, n'ont ni grandeur, ni forme extérieure, ni cou-

leur constamment identiques, parce qu'indépendans les uns des autres et sans nulle connexion nécessaire, comme celle de la succession génératrice entre les individus qui constituent une sorte semblable, il n'y a pas de véritables espèces dans les minéraux. La latitude étant plus grande dans les différences qui peuvent exister entre ces êtres, quelque semblables qu'ils soient d'abord, il est évident qu'il faut avoir recours à un plus grand nombre de propriétés pour les distinguer avec succès. C'est pour cela qu'on a multiplié les considérations faites sur les propriétés physiques des pierres.

8. Il y a huit propriétés physiques qu'on a coutume d'observer avec soin aujourd'hui dans les matières pierreuses; A, la densité ou pesanteur spécifique; B, la dureté et l'élasticité; C, la transparence ou l'opacité; D, la réfraction double ou simple; E, l'électricité; F, le magnétisme; G, la couleur; H enfin la saveur et l'odeur.

A. *Pesanteur spécifique.*

9. Buffon est le premier qui a senti l'importance de ce caractère dans les pierres, et qui en a fait ressortir l'utilité. Avant lui, les physiciens n'en avaient parlé que comme d'un objet curieux, ou comme d'une propriété seulement applicable à l'emploi qu'on en faisait dans les arts. L'Aristote français l'a présentée de plus comme un caractère essentiel qui pouvait servir à éloigner ou à rapprocher les espèces dans les pierres. Depuis cette ingénieuse idée on a fait beaucoup plus d'attention à cette propriété. On ne manque pas de l'examiner avec soin aujourd'hui, soit à l'aide de la balance hidrostatique, soit en se servant du pèse-liqueur de Nicholson, soit en employant le gravimètre du citoyen Guyton.

10. Il est bien reconnu maintenant que deux pierres différentes par la couleur, la transparence, la forme extérieure ou apparente, le grain ou la cassure, sont de la même espèce ou

sera pprochent singulièrement par leur nature lorsqu'elles ont une même pesanteur spécifique ; que celles au contraire qui se ressemblent d'ailleurs dans leurs apparences sont réellement d'espèces différentes lorsqu'elles ont des pesanteurs un peu éloignées ; qu'il y a cependant des limites admissibles dans ce rapprochement de la pesanteur propre à faire reconnaître ou l'identité ou la dissemblance des pierres, comme il y en a entre toute la masse ou plutôt tout l'ensemble des pierres et celui des substances métalliques ; enfin que la pierre la plus légère est tout au plus à l'eau comme 12492 est à 10000, et que la plus lourde est à l'eau comme 44161 est à 10000.

B. *Dureté.*

11. La cohérence des molécules pierreuses offre tant de variétés ou de manières d'être qu'il y a à cet égard une grande difference entre les diverses espèces de pierres. Il en est qui ont une si forte aggrégation que l'acier le plus dur et le plus trempé ne les attaque presque point ; d'autres résistent fortement aux instrumens qui ne les usent qu'avec peine. Toutes celles-là détachent par le choc brusque de l'acier des parcelles de ce métal qui, fortement échauffées, s'allument dans l'air et forment ces étincelles de fer enflammé qu'on produit en battant le briquet ; on nomme ces pierres *étincelantes* ou *scintillantes*. Beaucoup d'autres sont facilement rayées ou entamées par l'acier ; on les taille aisément ; quelques-unes sont même presque molles ou extrêmement faciles à broyer.

12. La propriété de prendre le poli, la nature et la différence de ce poli même dépendent du rapprochement plus ou moins grand des molécules des pierres ou de leur dureté. On distingue une suite de variétés où beaucoup de nuances dans le poli dont les pierres sont susceptibles, parce qu'on tire de cette propriété un grand parti pour le besoin des arts, soit comme objets d'agrément, soit comme objets d'utilité. C'est ainsi qu'on

dit poli vif, poli dur, poli gras, poli brillant, poli fin, poli grossier, poli commun, poli fini, etc.

13. Quoique les limes, les poinçons, le briquet soient les moyens principaux dont on se sert pour estimer la dureté des pierres, souvent on emploie avec avantage l'action réciproque de leurs espèces ou de leurs variétés les unes sur les autres. On frotte l'angle solide de l'une sur la surface d'une autre, et l'on juge ainsi par comparaison leur dureté respective. Ce moyen sert souvent à les distinguer entre elles avec assez d'exactitude. Les procédés des arts, la coupe, le sciage, la gravure, le tour, la taille, le poli des pierres par les moyens divers des ouvriers, fournissent encore des connaissances assez précieuses pour ce genre de recherches. Les lapidaires, habitués à tailler les pierres dures, sont très-capables de déterminer avec précision la dureté comparée de ces composés naturels. On a même déja construit avec succès des tables de dureté des pierres, d'après leur rapport et leur expérience.

C. *Transparence.*

14. Il n'y a pas une seule pierre qui ne soit transparente dans ses dernières molécules, et c'est sur-tout par ce caractère que ces corps diffèrent des métaux qui sont entièrement opaques. Mais la manière différente dont leurs molécules sont arrangées les unes par rapport aux autres font varier singulièrement cette propriété. Aussi distingue-t-on dans les pierres la transparence parfaite, celle qui est nuageuse, glaceuse, striée, la demi-transparence, l'opacité plus ou moins grande; souvent l'impureté ou le mélange est la cause qui diminue ou qui enlève la transparence, et l'on conçoit qu'une pierre formée par le mélange de plusieurs autres doit être entièrement opaque.

15. En se servant de la transparence comme caractère distinctif des pierres, il faut ne donner à ce caractère que le degré de confiance ou de prix qu'il mérite. Souvent il ne sert qu'à distinguer des variétés; quelquefois il peut marquer une

limite en deux espèces, mais ce n'est qu'en l'associant à plusieurs autres propriétés ou caractères qui le fortifient, qu'on peut compléter les traits du tableau qu'on se propose toujours de faire en décrivant ces êtres.

D. *Réfraction.*

16. Newton, dans ses illustres recherches sur la lumière, a considéré avec la sagacité du génie la route et la déviation qu'éprouve la lumière dans l'intérieur des corps transparens; les pierres ont eu de lui un coup-d'œil. Plusieurs autres physiciens se sont occupés de la double réfraction que quelques pierres présentent, c'est-à-dire de la propriété de doubler l'image d'un objet regardé à travers deux des faces opposées d'une pierre transparente. Le citoyen Haüy a reconnu cette propriété dans un assez grand nombre de pierres, et il en a fait concevoir habilement le mécanisme.

17. C'est à la structure intérieure ou à la position respective des lames qui forment les pierres, qu'est due la double réfraction que quelques-unes présentent. Celles qui en jouissent peuvent être distinguées, par cette singulière propriété, des espèces qui n'offrent pas ce caractère, et qui peuvent d'ailleurs se rapprocher des premières par d'autres caractères.

E. *Electricité.*

13. Les pierres paraissent se comporter en général de deux manières par rapport à la communication du fluide électrique; ou bien elles deviennent elles-mêmes électriques par le seul échauffement, en les pénétrant d'une suffisante quantité de calorique; ou bien elles n'acquièrent cette propriété que par le frottement ou la communication immédiate avec un corps déja électrisé.

Quelques-unes deviennent facilement de très-bons conducteurs électriques en raison des matières métalliques qu'elles con-

tiennent abondamment. Il suffit alors de les mettre en contact avec un conducteur électrisé et d'en approcher le doigt ou un excitateur pour en tirer des étincelles.

19. Il est utile de décrire soigneusement les diverses modifications de la propriété électrique ; il suffit de savoir qu'elles forment des caractères utiles pour les distinguer les unes des autres, ainsi que pour les disposer méthodiquement entre elles : distinction spécifique et disposition méthodique qui forment le double but de l'histoire naturelle des pierres.

F. *Magnétisme.*

20. Le magnétisme a lieu dans plusieurs pierres ; il en est quelques-unes qui y obéissent d'une manière remarquable, à cause de la quantité de fer à l'état presque métallique qu'elles contiennent. Un barreau aimanté suspendu par son milieu sur un pivot, et rendu très-mobile par cette suspension, sert avantageusement pour déterminer la présence de cette propriété dans les pierres. Ce caractère, très-propre à établir quelque distinction, ne doit jamais être négligé.

21. En l'observant avec attention, en comparant les unes aux autres les pierres qui en jouissent, on reconnaît bientôt qu'il n'a presque jamais lieu que dans celles dont l'opacité et le grain annoncent un mélange plus ou moins imparfait ; en sorte que c'est à des molécules de fer disséminées entre celles de la pierre qu'il faut attribuer la cause du phénomène. On concevra par là pourquoi, outre les pierres dont il vient d'être fait mention, il en existe quelques-unes dans lesquelles on reconnaît absolument les mêmes propriétés que dans un aimant, spécialement la polarité et conséquemment la pénétration et les courans magnétiques. Ce dernier mode doit constituer un des meilleurs moyens de reconnaître les pierres chez lesquelles il se rencontre, d'avec celles qui sont simplement magnétiques ou altérables.

G. *Couleur.*

22. La couleur est presque toujours, pour ne pas dire toujours, une quantité accidentelle, une propriété fugitive, une modification inconstante dans les pierres. En effet celles mêmes qui paraîtraient en recevoir un caractère plus certain, telles que les pierres gemmes, sont souvent sans couleur, quoique douées d'ailleurs de toutes les propriétés qui les caractérisent ou qui déterminent en elles telle ou telle nature, et par conséquent telle ou telle dénomination. C'est ainsi qu'on voit parmi les variétés de plusieurs espèces, des pierres ordinairement colorées, des variétés blanches ou absolument sans couleur. On peut donc dire avec assurance que la coloration est due à des molécules étrangères à la nature de la pierre, qui peuvent n'y pas exister sans que cette nature change, sans que la pierre cesse d'ailleurs de présenter tous ses caractères distinctifs. Ainsi la couleur ne doit être que très-rarement comptée parmi les caractères essentiels des pierres, et quoiqu'il soit nécessaire d'indiquer la couleur dominante dans les espèces, comme le vert dans l'émeraude, le bleu dans le saphir, ou la télésie bleue, il faut la ranger plutôt parmi les modifications que dans l'ordre des caractères essentiels. D'ailleurs quand on prend la couleur comme caractère, on se sert d'une propriété vague et incertaine à moins qu'à la place d'une définition on ne donne un exemple fixe, soit en citant une matière naturelle, soit en offrant, à l'aide de la peinture, la teinte même dont on veut parler.

H. *Saveur et odeur.*

23. La saveur et l'odeur sont nulles dans presque toutes les pierres; et ce sont en général des propriétés très-rares parmi ces composés naturels. Il est cependant quelques argiles et quelques silex qui laissent sur la langue une impression de fadeur particulière dont on peut faire état parmi les caractères essen-

tiels, puisque ce genre d'action sur les organes du goût ne se trouve que dans deux espèces. Il en est de même de l'odeur. Elle ne se rencontre que dans les mêmes pierres; il suffit de les impregner de la vapeur chaude de l'haleine pour qu'elles répandent cette odeur bien sensible d'alumine mouillée, qu'on nomme communément odeur de terre, et qui ne laisse aucun doute sur la propriété qu'a cette terre de s'élever dans l'air avec l'eau qui l'entraîne. On observe aussi une odeur fétide, analogue à celle de gaz hidrogène sulfuré, et fort différente de l'odeur terreuse proprement dite, dans quelques pierres mélangées.

Caractères tirés des propriétés géométriques des pierres.

24. Les propriétés que les naturalistes nomment géométriques dans les minéraux peuvent être rapportées à quatre modifications. A, la forme extérieure; B, la forme intérieure ou le noyau; C, la forme primitive ou celle des molécules intégrantes d'où dépend D la cassure, ou la diversité des surfaces qu'on observe dans les fragmens. Chacune de ces formes étant plus ou moins régulière et susceptible d'être définie avec précision ou mesurée avec exactitude, elle donne dans l'étude des pierres des résultats utiles, sans fournir cependant des caractères isolés très-sûrs. Les minéralogistes français ont beaucoup avancé la science sous ce point de vue; il est donc utile d'exposer le précis de leur doctrine, en faisant remarquer que ce qui sera dit ici des pierres est applicable à tous les minéraux en général.

A. *Forme extérieure.*

25. Pour peu qu'on jette un coup-d'œil sur une collection de pierres, on reconnaît qu'un très-grand nombre de ces composés minéraux affecte des formes régulières, ou présente des

cristallisations plus ou moins variées. La première idée que les naturalistes ont dû avoir a donc été que la forme cristalline était constante, qu'elle pouvait fournir un moyen de classer et de distinguer à la fois les pierres, et qu'elle était attachée en quelque sorte à leur nature intime. Linné vit dans la cristallisation des pierres une analogie avec la forme organique des plantes et des animaux. Suivant lui, la forme cristalline, imprimée en quelque manière chez elles par les sels, représentait une espèce de fécondation opérée par les substances salines, et il crut qu'elle pouvait servir à les disposer méthodiquement comme les organes sexuels dans les plantes : il établit donc une méthode minéralogique sur la forme des pierres, en tirant leurs dénominations génériques des sels qu'il en regardait comme les générateurs. Ainsi le diamant fut pour lui une espèce d'alun, le cristal de roche une espèce de nître. Mais Linné s'apperçut lui-même qu'il y avait plusieurs erreurs dans son système, car il séparait, dans différens genres, des variétés d'une même substance comme le spath calcaire, et il réunissait dans le même genre des pierres très-différentes. Ce célèbre naturaliste ne connaissait d'ailleurs que très-peu de cristaux, et ne les connaissait que d'une manière fort inexacte.

26. Romé-de-Lille étudia avec un soin extrême et recueillit avec une patience infatigable une immense quantité de cristaux pierreux. Il reconnut les variations et même les contrastes apparens de la cristallisation d'une même substance. Il ramena la diversité des formes à des types généraux ou primitifs. Il admit et fit ressortir une forme dominante dans chaque genre composé de toutes les substances de même nature, et décrivit les modifications variées sous lesquels cette forme semblait se masquer ; il détermina même la gradation ou la série des passages entre cette même forme et celle des polyèdres qui semblaient s'en écarter davantage. Il découvrit le premier que malgré la diversité des formes qu'affectait une même substance pierreuse on pouvait en reconnaître et en déterminer jusqu'à un

certain point le caractère par la valeur constante de leurs principaux angles. Enfin il expliqua la production des principaux polyèdres cristallins provenant d'une première forme primitive par des troncatures; et quoique cette dernière méthode fût une erreur, on doit dire que ce travail de Romé-de-Lille est une des plus belles et des plus utiles recherches qu'on ait faites en minéralogie.

27. Le citoyen Haüy, en étudiant après Romé-de-Lille la manière dont les formes de cristaux pierreux se modifiaient suivant ce qu'il a nommé les lois de décroissement dont il sera parlé dans l'article suivant, et en passant en revue toutes les modifications dont la forme extérieure était susceptible, a proposé quelques résultats généraux immédiatement applicables aux considérations qui doivent être présentées ici.

28. Les formes cristallines des pierres ne peuvent pas servir de caractères pour en distinguer les espèces. Les pierres n'affectent ni toutes ni toujours ces formes: les métamorphoses nombreuses que leur cristallisation éprouve s'opposent à ce qu'on trouve dans leur configuration aucun point commun de réunion, propre à lier ensemble celles qui appartiennent à une même espèce. Il ne faut pas cependant négliger l'étude des formes dans les pierres; il faut se souvenir que tous les cristaux d'une même espèce, ayant de l'analogie par le nombre de leurs plans et des côtés qui terminent ces plans, ainsi que par la disposition mutuelle des mêmes plans, ont en même temps leurs angles constamment de la même mesure, en sorte qu'un seul, quelque modifié qu'il soit, peut représenter tous les autres. De cette première vérité démontrée par les recherches de Romé-de-Lille, il suit que l'on peut déterminer d'après la seule mesure des angles, toutes les variétés de cristaux pierreux compris sous une même espèce, ou bien reconnaître pour deux espèces différentes des cristaux pierreux de formes analogues, s'ils diffèrent d'ailleurs par la mesure de leurs angles.

29. Si les formes identiques comme le cube, l'octaèdre

régulier, le prisme hexaèdre régulier, etc. qui se rencontrent dans des espèces très-différentes, s'opposent à ce qu'on puisse reconnaître avec certitude les minéraux, et à ce qu'on établisse une méthode fondée sur la cristallisation, il suffira alors de combiner avec ce premier caractère de la forme un second caractère facile à saisir, pour tirer un parti avantageux de cette observation sur les cristaux pierreux. Ainsi donc quoique la forme extérieure ne représente véritablement que dans très-peu de cas les espèces parmi les pierres, tantôt elle suffit seule pour les indiquer, tantôt il ne faut que la joindre à quelque autre considération, pour distinguer convenablement les espèces.

30. L'habitude qui s'acquiert par un long exercice est nécessaire pour reconnaître les formes des pierres qui ne sont pas réellement prononcées, sur-tout lorsque les cristaux pierreux sont grouppés ou serrés les uns contre les autres, ou cachés en partie dans la gangue ; il faut mesurer les angles plans, l'inclinaison respective des faces ou des arrêtes. Cette mesure se prend avec un instrument qu'on nomme goniomètre, et dont on trouve la description dans le Journal de Physique et dans plusieurs ouvrages de minéralogie.

B. *Forme du noyau ou forme intérieure.*

31. La forme extérieure, la cristallisation apparente des minéraux dont on vient de parler, n'est souvent et presque toujours qu'une enveloppe qui recouvre une forme primitive et qui varie suivant certaines lois, tandis que la forme intérieure est constante. Bergman, en étudiant le mécanisme de la structure des cristaux, est le premier qui ait considéré les formes diverses d'une même substance comme produites par la superposition de plans décroissans régulièrement autour d'un noyau cristallin d'une figure constante. Cette idée mère, vérifiée par le célèbre chimiste d'Upsal sur une variété de

spath calcaire fracturée, fut reprise ensuite et singulièrement agrandie par le citoyen Haüy, qui l'appliqua à une suite de minéraux cristallisés, qui la généralisa par un très-grand nombre de recherches ingénieuses, et qui trouva les lois naturelles des décroissemens et par l'expérience et par le calcul, de manière qu'il s'est rendu cette découverte absolument propre, puisque d'ailleurs lorsqu'un hazard heureux de fracture d'un cristal la lui offrit, il ignorait absolument ce que Bergman avait fait avant lui. Cette branche nouvelle de l'étude des minéraux qui constitue dans sa partie pratique ou expérimentale une véritable cristallotomie, et dans ses recherches théoriques une cristallométrie bien différente des notions incohérentes, vagues et souvent erronées qu'on avait avant les découvertes du citoyen Haüy, présente aujourd'hui quelques principes généraux qu'on peut exposer en peu de mots.

32. Lorsque l'on considère les fractures accidentelles qui se forment dans les cristaux pierreux par les chocs qu'ils éprouvent, on remarque qu'elles se font dans des sens déterminés particuliers à chaque genre de matière cristallisée. Si l'on veut diviser ou disséquer les cristaux avec une lame de couteau, en frappant ou appuyant avec précaution sur ces métaux, ce qui imite l'art de cliver si connu des lapidaires, on observe de même qu'ils ne se prêtent à cette dissection que dans un sens déterminé; on reconnaît ce sens à la facilité qu'on éprouve à détacher les lames du cristal, et à la surface polie, lisse et brillante de ces mêmes lames. A l'aide de cette espèce d'anatomie, on parvient à retirer, à extraire en quelque sorte d'un polyèdre extérieur un solide différent du premier, qui semble souvent n'avoir avec lui aucun rapport, et qui y était enfermé ou caché sous une enveloppe surajoutée; ainsi on extrait un cube d'un octaèdre, d'un dodécaèdre, un octaèdre d'un cube, un rhomboïde d'un prisme ou d'une autre espèce de rhomboïde, etc.

33. Tous les minéraux et en particulier toutes les pierres ne paraissent pas se prêter également à cette division mécanique ; mais outre que l'expérience prouve qu'il y en a un beaucoup plus grand nombre qui s'y prête qu'on ne l'aurait d'abord pensé, on supplée à la recherche directe de leur structure par l'observation des stries qui les sillonnent, par la position des faces que des fractures violentes mettent à découvert, ou par l'analogie avec d'autres cristaux divisibles.

Il est reconnu que toutes les variétés de forme extérieure présentées dans les diverses modifications de la même substance ou d'une substance de la même nature, se rapportent par la dissection à une seule et même forme intérieure, à un noyau identique pourvu du même nombre de faces également inclinées les unes sur les autres, et se joignant sous les mêmes angles. De là la dénomination de *forme primitive* pour le noyau intérieur, et de *formes secondaires* pour celles qui diffèrent de la première, et qui sont produites par l'addition de lames décroissantes suivant des lois qui ont été déterminées.

34. Ces deux formes, souvent surajoutées l'une à l'autre, donnant des variétés de figures quelquefois très-nombreuses pour une même substance, on peut considérer toutes ces variétés sous un point de vue géométrique comme composées d'une quantité constante qui est le noyau, et d'une quantité variable qui forme l'enveloppe. Il ne s'agit plus d'après cette considération que de trouver la loi de la variation.

Si l'on observe les figures des lames superposées sur le noyau, on voit que ces lames vont en décroissant, tantôt de tous les côtés à la fois, tantôt dans certaines parties seulement, de sorte que les décroissemens ont pour terme de départ, tantôt les arrêtes du noyau, et tantôt les angles. Or c'est dans ce décroissement même, partiel ou total, que consistent toutes les variétés de formes secondaires. Le problême qu'on doit se proposer pour connaître la génération de chacune de ces formes, peut être posé de la manière suivante : *étant donné*

un cristal secondaire, ainsi que la figure de son noyau et celle de ses molécules, (supposant de plus que chacune des lames surajoutées au noyau soit dépassée par la précédente dans certaines parties d'une quantité égale à une, deux, trois rangées de molécules;) *déterminer parmi les différentes lois de décroissemens, celle d'où résulte une forme entièrement semblable à la proposée par le nombre, la figure, la disposition des faces et la mesure des angles plans et solides.* Par le calcul appliqué à chaque cas particulier de forme secondaire, on trouve une loi de décroissement qui satisfait aux conditions de ce problème.

35. On rend de plus les variétés sensibles, en arrangeant les solides d'un volume sensible pris pour des molécules intégrantes, sur un noyau plus gros de manière à offrir à l'œil un exemple grossier, mais exact, des dispositions des lames sur les faces du noyau, et de la production des diverses formes secondaires par le décroissement. Une suite de ces modèles de structures, de ces dissections de cristaux en bois ou en carton, a été faite par les soins du citoyen Haüy, et l'on peut, à mesure qu'une nouvelle forme est connue dans sa génération, en offrir ainsi le type aux yeux des observateurs. Il n'y a plus ensuite qu'à réduire par la pensée ces solides grossiers en molécules imperceptibles, pour rapporter la structure artificielle à la structure naturelle. Ainsi l'on fait voir, soit par le calcul, soit par la dissection, soit enfin par le modèle, 1°. qu'un dodécaèdre à faces rhomboïdales égales a pour noyau un cube sur chacune des faces duquel il y a des lames quarrées décroissantes, chacune d'une rangée de molécules sur chaque bord, de manière que ce sont des pyramides quadrangulaires posées sur chaque face du cube, et comme les six pyramides ont vingt-quatre faces triangulaires dont deux sont placées sur le même plan, il en résulte un solide secondaire à douze faces rhomboïdales égales; 2°. qu'un dodécaèdre à plans pentagones est le résultat d'un décroissement de lames quarrées sur un noyau cubique, par

deux rangées en largeur sur deux des bords du noyau, et par deux rangées en hauteur sur les deux autres bords, etc. etc. Toutes les variations possibles peuvent être exprimées ainsi; mais ce sont des principes généraux que nous cherchons, et nous ne devons consigner ici que les résultats qui conduisent à ces principes.

36. Pour expliquer les variétés possibles de cristallisations par les décroissemens, il faut concevoir, 1°. que les décroissemens peuvent avoir lieu sur les bords, par un, deux, trois ou quatre rangées de molécules; 2°. qu'ils peuvent avoir lieu sur les bords alternativement en largeur et en hauteur, et avec des différences dans le nombre des rangées soustraites; 3°. qu'ils peuvent avoir lieu par les angles; 4°. que les différens décroissemens peuvent se combiner deux à deux, ou en plus grand nombre, ensorte que les variétés de formes possibles ou données par le calcul, sont infiniment plus nombreuses qu'on ne les a encore trouvées dans la nature; 5°. que tantôt il y a une uniformité entre tous les décroissemens, de manière qu'ils ont lieu par une, deux ou trois rangées sur différens bords ou angles, et que tantôt ils varient d'un bord à l'autre, ou d'un angle à l'autre; 6°. que quelquefois un même bord ou un même angle subit plusieurs lois de décroissement qui se succèdent; 7°. que le nombre des lois paraît cependant avoir une limite déterminée par les circonstances où se trouvent les cristallisations; par exemple, le décroissement n'a point encore paru excéder six rangées de molécules; 8°. enfin qu'il y a des cas où la loi des décroissemens est interrompue à une certaine hauteur des lames ajoutées à la forme primitive ou au noyau, de sorte qu'il existe alors dans la forme secondaire des formes parallèles à celles du noyau.

37. Aux bases de la théorie publiée par la citoyen Haüy, il ne reste plus qu'à ajouter le nombre des formes primitives ou des noyaux divers que la cristallotomie a fait découvrir

jusqu'ici. On a trouvé jusqu'aujourd'hui que toutes les formes primitives se réduisaient à six, savoir 1°. le parallellipipède tel que le cube, le rhomboïde et en général tous les solides terminés par six faces parallèles deux à deux; 2°. le tétraèdre régulier; 3°. l'octaèdre à faces triangulaires équilatérales, isocèles ou scalènes; 4°. le prisme hexagonal à base régulière ou simplement symmétrique; 5°. le dodecaèdre à plans rhombes égaux; 6°. et le dodécaèdre formé de deux pyramides droites réunies par leurs bases.

C. *Forme des molécules primitives intégrantes.*

38. La question la plus difficile à résoudre par l'expérience, et qu'il n'est presque permis d'atteindre que par le raisonnement, est celle qui est relative à la forme des molécules primitives ou des dernières molécules intégrantes des minéraux en général et des pierres en particulier. Il est vrai que la solution de cette question ne tient que très-peu à la classification et à la manière de reconnaître les pierres, puisque la forme des molécules primitives, quand même on parviendrait à la déterminer avec précision par un travail long et difficultueux, ne servirait point de caractères aux pierres; il ne faut donc parler de cet objet que très-succinctement pour savoir seulement jusqu'où l'on est parvenu à cet égard.

Comme les noyaux intérieurs des minéraux régulièrement cristallisés, quelque multipliées que soient les formes extérieures qui les enveloppent, se réduisent à six polyèdres, de même les molécules primitives qui par leur arrangement constituent ces polyèdres, et qui sont si tenues qu'elles échappent à nos sens, paraissent se réduire à un moindre nombre encore de formes élémentaires. Quelques essais de dissection de cristaux primitifs semblent annoncer que le tétraèdre à faces triangulaires est la forme primitive des molécules la plus fréquente; on y joint aussi par la pensée le prisme triangulaire

et le parallellipipède. Des tetraèdres arrangés d'un grand nombre de manières différentes donnent toutes les formes possibles, comme on le voit par la génération artificielle des parallellipipèdes, des lames de superposition de tous les genres, des octaèdres, des dodécaèdres, des rhomboïdes, etc. On voit donc qu'on peut supposer le tétraèdre comme la forme primitive unique des molécules, génératrice de toutes les autres formes, soit des noyaux, soit des cristallisations secondaires et extérieures. Dans cette hypothèse vraisemblable et qui est d'accord avec la simplicité et l'économie de la nature, les formes constantes et données, soit des noyaux, soit des cristaux secondaires d'une même substance, ne dépendent que de la disposition respective ou de l'arrangement particulier des molécules primitives entre elles. C'est dans la disposition, dans l'arrangement même de ces molécules, qui a toujours lieu de la même manière dans la même substance, que consiste le caractère géométrique de chaque substance; et ce caractère, ou cette disposition limitée de molécules, dépend de la nature propre ou chimique des corps minéraux. Il suit de cette importante considération que la forme des molécules primitives, outre qu'elle est difficile et presque toujours même impossible à connaître, ne peut pas servir de caractères pour reconnaître les pierres; il n'y a que leur arrangement respectif qui puisse aider dans cette connaissance; et comme on détermine cet arrangement par l'inspection de la cassure des minéraux, et particulièrement des pierres, c'est de la cassure qu'il est nécessaire de s'occuper dans ce moment.

D. *Cassure.*

39. Lorsqu'on casse toutes les pierres, on observe dans les surfaces découvertes par la nature un arrangement particulier de leurs molécules intégrantes, une espèce de tissu distinct dans chacune d'elles. C'est cet aspect que les lithologistes dé-

signent sous le nom de cassure ; il fournit des caractères fort utiles pour distinguer les pierres les unes d'avec les autres. En comparant toutes les observations faites sur la forme et l'aspect de l'intérieur de toutes les pierres connues, on voit qu'il est possible de réduire à certaines espèces les différences de cassure que ces matières présentent. En effet, les unes offrent, comme le verre, des surfaces lisses, polies et formées d'ondes dans leur fracture. Ce caractère constitue la cassure *vitreuse ;* on la trouve très-marquée dans le quartz, les agates, etc.

D'autres présentent une surface à moitié nette et polie dans leur cassure, mais qui n'est point égale dans tous les lieux séparés par la fracture ; elle est formée de portions successivement arrondies et concaves, et les deux morceaux rapprochés se recouvrent réciproquement à la manière de petites calottes ; on appelle cette apparence cassure *écailleuse ;* ces espèces d'écailles concaves et convexes sont tantôt larges et grandes, tantôt étroites, arrondies, alongées, superficielles, creuses, etc. On les rencontre dans les diverses sortes de caillou, de jaspe, de petrosilex.

Il est une autre classe de pierres qui, lorsqu'on les casse en fragmens, montrent dans les surfaces nouvellement découvertes un ensemble de petits points saillans et arrondis, semblables à des grains de sable usés par les eaux. Cette forme est appelée cassure *grenue ;* on peut l'observer très-facilement dans le grès. La grosseur, la finesse, la surface variées de ces grains donnent encore un assez grand nombre de différences qui peuvent être utiles pour servir de caractères distinctifs entre plusieurs pierres. C'est en raison de cette espèce de cassure qu'on donne quelquefois le nom figuré de *mie* ou *pâte* à l'intérieur des matières pierreuses ; on les désigne aussi quelquefois sous le nom de *grain.*

Il y a un grand nombre de pierres dont les surfaces brisées offrent des lames polies chatoyantes, posées à recouvre-

ment les unes sur les autres, comme des couches horizontales. La plupart ayant porté le nom de *spaths*, on a appelé cette forme cassure *spathique*. Ces lames diffèrent les unes des autres par leur étendue, leur grandeur, leur épaisseur, leur transparence ou leur opacité, leur position horisontale ou oblique relativement à l'axe ou au diamètre des pierres cristallisées; car elles annoncent une vraie cristallisation, lorsqu'elles sont brillantes. Si elles n'ont point d'aspect chatoyant, la cassure qu'elles forment est simplement *lamelleuse*. Lorsque les lames ou les joints ne sont pas continus, mais confus, on nomme aussi cette cassure *à facettes*. C'est la disposition respective de ces lames, si variées dans les pierres gemmes, les spaths calcaires, vitreux, pesans, qui donne toujours naissance à l'aspect brillant ou chatoyant que l'on observe dans le talc, le feld-spath et ses diverses sortes, telles que l'œil de poisson, l'avanturine naturelle, la pierre de Labrador, etc. Enfin quelques pierres offrent un grain fin et serré, avec une apparence terne et matte, et c'est ce qu'on désigne par le nom de *cassure argileuse*.

Quelques auteurs se sont servi de la forme générale combinée avec la cassure pour diviser les pierres. Cartheuser a donné en 1755 un système de minéralogie dans lequel il distingue les pierres en lamelleuses, fibreuses, solides et grenues; mais la cassure seule ne peut point servir à l'établissement d'une méthode lithologique complète, et il faut qu'elle soit réunie avec tous les autres caractères dont il est traité ici, pour devenir véritablement utile aux distinctions lithologiques.

Caractères tirés des propriétés chimiques des pierres.

4o. Je désigne comme propriétés ou caractères chimiques des pierres tous les phénomènes qu'elles présentent lorsqu'on les traite par un procédé quelconque qui en change la com-

position, qui en altère la combinaison naturelle, qui modifie en un mot le mode d'union de leurs principes, soit en les combinant autrement qu'ils ne l'étaient dans ce composé terreux, soit en les séparant ou en tendant à les séparer, de sorte qu'il en opère l'analyse plus ou moins complète. Il y a trois principaux effets qui rentrent dans l'une ou l'autre de ces actions, et que les minéralogistes ont coutume d'emprunter à la chimie, pour essayer et distinguer les pierres les unes d'avec les autres; savoir l'action du feu seul, l'action du feu avec l'addition des fondans, et celle des acides. On notera que les propriétés chimiques, dont il est ici question, ne sont que les produits rapides, ou les résultats presque instantanés de quelques opérations faciles et promptes, de quelques essais légers que l'on fait sur des fragmens de pierres quelquefois très-petits, et que quoiqu'ils puissent conduire à la connaissance de ces composés fossiles, sur-tout à leur distinction, ils sont loin de donner une idée suffisante de leur nature, et ne peuvent pas être comparés à leur analyse, dont il sera parlé plus bas.

A. *Action du feu seul.*

41. On essaie au feu les pierres de deux manières, ou bien en les chauffant plus ou moins fortement et long temps dans des creusets; ce moyen qui ne peut être employé que dans un laboratoire, n'est que rarement à la portée du lithologiste, et il est très-rare qu'il s'en serve. L'autre procédé consiste à les traiter au chalumeau, instrument ingénieux dont Bergman a le premier tiré un grand parti pour l'étude des minéraux, et qui joint à la commodité du petit volume et à la facilité d'être par-tout transportable, l'avantage de permettre des essais sur de très-petits fragmens, d'exposer les pierres à l'action d'un feu violent relativement à la petite masse que l'on chauffe, et de donner très-promptement un

résultat toujours satisfaisant, presque toujours tranchant pour la connaissance et la décision de l'espèce de l'individu qu'on y expose.

42. Les fragmens de pierres ainsi traités, ou restent parfaitement inaltérables, ou perdent leur dureté, leur transparence, leur forme, leurs couleurs, deviennent friables, se divisent, se fendillent, s'éclatent, s'éparpillent ou se fondent, se boursouflent, se vitrifient, bouillonnent, restent en fonte tranquille, donnent des verres blancs transparens, opaques, solides, poreux, caverneux, lisses, colorés, foncés, nuageux, striés, homogènes, etc. Toutes ces nuances de phénomènes sont autant de moyens de reconnaître et d'estimer les différences de pierres entre elles, et les minéralogistes s'en sont beaucoup servi depuis Bergman.

B. *Action du feu avec les fondans.*

43. Les pierres se comportent tout autrement au feu avec l'addition de différentes matières salines, qu'elles ne le font seules. La principale action de ces matières ajoutées étant d'en opérer la fusion, on les nomme dans ce cas des fondans. Souvent une pierre qui ne présente seule aucune altération par l'influence du feu en offre une plus ou moins considérable lorsqu'on la chauffe avec un alcali fixe ou avec un des sels qui seront décrits dans la section suivante. La manière dont chacune des pierres se comporte au feu lorsqu'on la traite avec les divers fondans, sa fusion plus ou moins prompte ou lente, facile ou difficile, complète ou incomplète, liquide ou pâteuse, l'espèce de masse qui en résulte, opaque, transparente, vitreuse ou émaillée, scorifiée ou dense et compacte, la couleur sur-tout qu'elle affecte, et qui dépend presque toujours de la nature et de la proportion des matières métalliques qui y sont contenues, font autant de caractères utilement employés par les minéralogistes pour reconnaître et distin-

guer chaque espèce de ces composés ; et lorsque les caractères extérieurs, les propriétés sensibles ne suffisent pas pour déterminer avec exactitude les espèces, cette action des fondans employés au chalumeau sert souvent à cette détermination en levant les doutes, en détruisant les incertitudes, et en assurant la nature de ces espèces.

C. *Action des acides.*

44. L'action des acides est en général assez faible sur le plus grand nombre des pierres. On la croyait autrefois utile pour les caractériser, lorsqu'on plaçait parmi ces corps une foule de substances salines dont les bases sont des terres, ou des bases terreuses acidifiées comme les nomment les minéralogistes français modernes, parce que souvent un acide plus fort, en chassant un plus faible de ces derniers, le dégageoit ordinairement sous la forme de bulles et avec un mouvement écumeux qu'on nommait effervescence. Mais ce n'est plus par cette propriété que les acides peuvent servir aux lithologistes, depuis que les connaissances exactes de la chimie ont appris à écarter de la classe des pierres et à rapporter à celle des corps salins ces prétendues pierres effervescentes. Il ne reste donc plus, pour l'action des acides, que deux effets ou plutôt deux phénomènes opposés qu'ils produisent sur les pierres ; ou bien elles sont parfaitement et complétement inattaquables ; ou bien elles se laissent plus ou moins promptement ramollir, détruire et fondre par ces dissolvans. Le plus souvent, cette dernière altération n'a lieu qu'à l'aide du temps en laissant agir les acides lentement sur les pierres qui y sont plongées : d'où il suit que cet emploi des acides n'est rien moins que propre à servir aux lithologistes qui ont besoin de voir un effet promptement appréciable. Il est beaucoup plus approprié à l'analyse des pierres, comme je le ferai voir à la fin de cet article.

§. II.

Des méthodes lithologiques fondées sur les propriétés physiques.

45. Quoique les différences sensibles qui existent entre les divers fossiles pierreux soient moins nombreuses et moins saillantes, au premier aspect, que celles que l'on observe entre les espèces des corps organisés végétaux et animaux, en les recherchant cependant avec attention, on s'apperçoit qu'elles sont quelquefois assez prononcées et assez multipliées pour pouvoir servir à les distinguer et à les reconnaître. Telle a été aussi la première méthode créée pour caractériser et arranger ces productions de la nature. Les premières notions même, que les hommes ont prises par nécessité sur les différentes propriétés des pierres, peuvent être regardées comme les premières ébauches des méthodes lithologiques. On en trouve un apperçu pareil dans le traité de Théophraste sur les pierres.

46. Au temps de Pline, on distinguait déja les pierres des sels, des bitumes et des métaux; et déja existait le partage des quatre classes. On connaissait la propriété électrique du succin et l'attraction du fer par l'aimant : déja les pierres formaient des groupes distincts. On séparait les marbres et les gemmes, les pierres dures et les pierres tendres. Pline avait assez bien décrit la forme du cristal, et le phénomène général de la cristallisation des fossiles ne lui avait point échappé. L'antiquité n'a cependant point eu une véritable notion, ni une idée positive des méthodes d'histoire naturelle, de leurs avantages et de leur nécessité.

47. Ce n'est que dans le dix-huitième siècle qu'on a créé les dénominations de règnes dans les corps naturels, qu'on a spécialement admis le règne minéral, qu'on a imaginé

les méthodes minéralogiques, et cherché des propriétés distinctives ou des caractères pour classer et distinguer spécialement entre elles les différentes espèces de pierres. Il était naturel qu'on prît d'abord, pour former ces caractères, les propriétés les plus apparentes, les plus sensibles, les plus faciles à saisir, et qu'en particulier les méthodes lithologiques fussent fondées sur ce qu'on nomme les caractères extérieurs; c'est-à-dire, sur les propriétés que présentent à nos sens ces composés, sans leur faire subir aucun changement, aucune altération quelconque.

48. En parcourant les diverses classifications des minéraux proposées successivement par Bromel, Cramer, Henckel, Wolsterdorff, Gellert, Cartheuser, Justi, Lehman, Vogel, Scopoli, et qui étaient toutes plus ou moins établies d'après les caractères sensibles que l'œil pouvait saisir dans ces corps, on reconnaît bientôt que les distinctions admises d'abord pour les pierres pouvaient suffire à peine pour les faire reconnaître sans erreurs, et qu'elles étaient plus propres à rapprocher des matières très-disparates et à séparer des corps semblables les uns aux autres, ou à confondre long temps la science de coordonner régulièrement entre eux ces composés, et l'art de les caractériser seulement pour les faire reconnaître. On a commis à cet égard la même faute que dans toutes les autres parties de l'histoire naturelle, parce qu'en voulant donner des moyens de distinction pour les pierres, on avait cru devoir en même temps assujettir leur classification, leur arrangement à de prétendus rapports qu'on voulait trouver entre elles.

49. Cette singulière prétention, qui a fait beaucoup de mal aux progrès de la science, se montre sur-tout dans les systèmes lithologiques, par lesquels les naturalistes, en ne considérant les pierres que dans l'une de leurs propriétés, ont voulu tirer de cette considération unique, et un ordre qu'ils prétendaient être naturel pour les disposer entre elles, et un moyen

qu'ils assuraient être facile pour les distinguer les unes des autres. Tels ont été, parmi les travaux des plus illustres minéralogistes modernes, les systèmes de Linné et de Romé-de-Lisle. Ces deux habiles naturalistes ont établi leur classification comme leurs distinctions entre les pierres, sur leur forme cristalline seulement. Le premier, guidé par une vue philosophique, à la vérité, n'a donné qu'une ébauche imparfaite et erronée, qui, sans servir à la connaissance réelle des pierres, a été cependant le germe des plus grandes découvertes sur la cristallisation. Le second, après un immense travail sur les formes cristallines des pierres et leurs variétés, a tellement multiplié les distinctions, les espèces et les variétés, que, malgré son infatigable activité, malgré ses descriptions exactes et sa marche méthodique, ceux qui l'ont suivi n'ont pu regarder son ouvrage que comme une source de matériaux. Le sort de ces deux systèmes a été de prouver qu'un seul caractère géométrique était insuffisant, soit pour classer, soit pour décrire spécifiquement les pierres et servir utilement à les reconnaître.

5o. Instruits par l'insuffisance de cette marche systématique, et guidés par une lumière moins trompeuse et moins vacillante, d'autres minéralogistes habiles ont heureusement senti qu'un seule propriété ne pouvait pas servir pour établir des distinctions réelles entre les pierres; qu'il fallait distinguer soigneusement le système qui cherche à lier par des caractères communs ces composés les uns avec les autres, de la méthode artificielle, dont le but est d'apprendre à les déterminer et à les reconnaître sans équivoque et sans erreur. Ils ont heureusement associé et comparé toutes les propriétés apparentes ou sensibles des pierres: en les opposant, en les faisant contraster entre elles, ils en ont tiré des caractères distinctifs propres à les spécifier; ils en ont donné des espèces de portraits ou de signalemens individuels en décomposant, en quelque sorte, tous les traits de leur

physionomie ; et leurs tableaux plus ressemblans ont dès-lors rempli le but qu'ils s'étaient proposé. Telles sont spécialement les méthodes de Wallérius, et sur-tout celles de Werner et de Daubenton.

51. Ces deux derniers minéralogistes se sont spécialement servi de la dureté ou de la fragilité, de la transparence, de la demi-transparence ou de l'opacité, de la forme, de la cassure, du grain, de la couleur, du tissu apparent, de la surface matte, lisse, brillante, chatoyante, de la disposition des lames, du sens des couches, de la dissection, de la propriété électrique et magnétique, de la forme et de la couleur des poussières, de la pesanteur spécifique, etc. ; en un mot, de toutes les propriétés qui peuvent tomber sous les sens, et qui en même temps ne permettent pas les équivoques.

52. Cependant, quelque avantageuse que soit cette méthode de caractériser les pierres, qui se réduit, comme on voit, à une analyse clairement exposée de leurs propriétés physiques, quelque facilité qu'elle donne pour distinguer et reconnaître chaque espèce de pierre en la réduisant à sa juste valeur, il ne faut pas perdre de vue qu'elle ne peut jamais servir à disposer ces composés dans un ordre naturel ; qu'elle ne sera jamais propre à en faire connaître la nature intime ou la composition ; qu'elle n'est même succeptible de remplir son objet qu'autant qu'on réunit dans la définition de chaque pierre l'exposé fidèle de toutes les propriétés qu'elle présente ; et que, sans cette réunion, on risque continuellement de confondre les composés pierreux, soit avec des matières salines, soit avec des composés métalliques, comme cela est arrivé aux plus habiles nomenclateurs, desorte qu'elle ne pourra jamais être regardée que comme une méthode approximative. C'est véritablement une table destinée à faire trouver l'objet qu'on étudie, et qui ne doit jamais dispenser d'en étudier les propriétés et la nature intime, si l'on veut savoir quelle est la matière qu'on examine, et s'élever sur-tout jusqu'à la dé-

termination des usages auxquels les pierres peuvent être employées avec succès.

§. III.

Des systêmes lithologiques fondés sur la nature ou la composition des pierres.

53. C'est sans doute parce que l'étude des propriétés physiques ou des caractères extérieurs des pierres fit bientôt voir aux lithologistes que ces propriétés, loin de conduire à la connaissance exacte de ces fossiles, n'étaient susceptibles que de faire naître de fausses idées et des erreurs sur leur composition; que plusieurs d'entre eux conçurent le projet de les classer d'après le genre de leurs combinaisons, d'après leur nature intime. Cronstedt est le premier qui exécuta ce plan, et qui proposa d'établir entre les pierres des distinctions fondées sur la nature et la proportion des principes qui les constituaient.

54. Cette belle idée qui fait le seul fondement réel et la seule base solide de la lithologie, qui de l'art seul ou même de la routine de les reconnaître et de les nommer l'élève à une véritable science, cette belle idée depuis le premier minéralogiste suédois qui en a tracé une ébauche, a occupé beaucoup de chimistes qui ont contribué les uns après les autres à l'étendre, à la perfectionner, à la compléter; et ce grand travail n'est pas encore terminé, malgré les nombreuses recherches qui se sont succédées sans relâche après Cronstedt. C'est à cette suite d'analyses faites depuis le milieu du dix-huitième siècle pour analyser les pierres et pour construire un véritable systême lithologique, que l'on doit un grand nombre de découvertes à l'aide desquelles on a peu à peu rectifié les opinions des minéralogistes, et ôté de la classe des pierres une foule de substances salines ou métalliques acidifères.

55. La route ouverte par Cronstedt a été parcourue ensuite

avec un grand succès par Bergman, par M. Kirwan et par de Born. Ces illustres savans, en portant le flambeau de la chimie dans l'étude des minéraux en général et des pierres en particulier, ont établi des systèmes lithologiques dans lesquels les pierres sont rangées d'après le principe terreux dominant dans chacune d'elles. Ainsi l'on concevra facilement qu'il est possible, en prenant pour caractère chimique la matière terreuse la plus abondante dans les pierres, d'en former autant de genres qu'il y a de terres qui peuvent en effet en constituer la base ; ainsi l'on entendra ce que Bergman et Kirwan ont nommé genre siliceux, genre alumineux, genre magnésien, genre calcaire, genre baritique. On ira même plus loin qu'eux par la pensée, en admettant comme possibles les genres zirconien, glucinien, strontianique.

56. Un défaut, pour ne pas dire une erreur, que quelques habiles minéralogistes n'ont pu éviter, parce qu'ils se sont laissés entraîner par les opinions habituelles de ceux qui les avaient précédés, et parce qu'ils n'ont pas renfermé leur marche dans la limite sincère que la méthode prescrit impérieusement aujourd'hui à ceux qui la suivent, c'est qu'ils ont confondu parmi les pierres, en prenant ainsi pour type de chaque genre une terre particulière, la plus grande partie des composés salins que les minéralogistes modernes, éclairés, à la vérité, par les rigoureuses analyses qu'on a faites depuis peu, rangent dans une classe à part de leur système sous le nom de substances acidifères ; et l'on verra plus bas qu'il est encore plus nécessaire d'isoler ces corps d'avec les pierres dans un traité de chimie.

57. Les systèmes lithologiques dont il est ici question ne peuvent être encore regardés que comme des essais, puisqu'il s'en faut de beaucoup qu'on ait poussé assez loin l'analyse des pierres pour pouvoir comparer la nature de chacune d'elles, et les disposer conséquemment toutes dans une série déterminée par l'ordre de leur composition. C'est pour cela que,

malgré les efforts des trois auteurs cités ci-dessus parmi les modernes, il n'y a encore aucun rapport, aucun lien entre les notions reçues, les noms donnés aux composés pierreux et la nature seulement entrevue de ces fossiles.

58. Si l'on compare aux méthodes tirées des propriétés physiques les systèmes lithologiques basés sur la composition et la nature appréciée des pierres, en reconnaissant que ces derniers sont les seuls capables de donner une véritable notion de ces productions de la nature, ainsi que des lois qu'elle suit dans leur formation, dans leurs altérations, dans la création de leurs variétés, on sentira néanmoins que ces systèmes n'auront jamais l'usage des premières méthodes; qu'ils ne fourniront jamais les moyens de distinguer les pierres les unes des autres à l'inspection, d'apprendre à déterminer à l'œil leurs espèces; et qu'ainsi ces deux genres de considérations doivent être associés l'un à l'autre pour édifier le système de classification régulière des pierres, et la méthode propre à les faire reconnaître. Telle est aussi la marche adoptée dans l'état actuel de la science minéralogique; marche dont il est utile d'exposer ici une légère esquisse.

§. IV.

De la distinction des pierres admise dans ces derniers temps par l'école minéralogique française.

59. Autrefois, le nombre des fossiles qu'on comprenait dans la classe des pierres étant beaucoup plus considérable, on avait établi des genres et des espèces dans cet ordre de substances, et on avait fondé cette distribution, tantôt sur la nature intime ou les propriétés chimiques, tantôt sur les propriétés apparentes ou physiques seulement, quelquefois même sur la réunion des unes et des autres. Aujourd'hui, l'ordre nouveau qu'on adopte en minéralogie excluant du

nombre des pierres toutes les terres ou bases en général contenant des acides, et présentant celles-ci en particulier sous le nom de substances acidifères, les minéralogistes français ne regardent comme vraies pierres et ne comprennent sous la dénomination de substances terreuses que de purs assemblages ou combinaisons entre elles. Aussi le nombre de ces combinaisons naturelles qui constituent les pierres se trouve tellement diminué qu'il n'est plus nécessaire d'y établir des genres, ni toutes les distinctions qui étaient autrefois indispensables.

60. C'est pour cela que, dans la dernière méthode adoptée par l'école des mines de France, et présentée par le citoyen Haüy dans l'extrait de son traité élémentaire de minéralogie, l'analyse n'ayant point encore suffisamment éclairé sur le nombre et les proportions des terres essentielles à chacune de ces substances, ce savant s'est borné à en présenter la série sans la subdiviser en genres, et s'est contenté de profiter seulement, pour coordonner cette série, des rapports et des différences de nature, que l'on peut estimer par apperçu entre les substances qui la constituent.

61. Suivant cette marche, il a distingué quarante-cinq espèces de substances terreuses composées ou de pierres sous des noms en partie anciens et en partie nouveaux, ceux-ci fondés sur les propriétés mieux connues de ces corps. Ces quarante-cinq substances sont successivement placées dans l'ordre suivant :

1°. Quartz.
2°. Silex.
3°. Zircon.
4°. Télésie.
5°. Cymophane.
6°. Rubis.
7°. Topaze.
8°. Emeraude.
9°. Euclase.
10°. Grenat.
11°. Leucite.
12°. Idocrase.
13°. Feld-spath.
14°. Petro-silex.

15°. Corindon.
16°. Ceylanite.
17°. Axinite.
18°. Tourmaline.
19°. Amphibole.
20°. Actinote.
21°. Pyroxène.
22°. Staurotide.
23°. Thallite.
24°. Smaragdite.
25°. Oisanite.
26°. Dioptase.
27°. Lazulite.
28°. Zéolite.
29°. Stilbite.
30°. Prehnite.
31°. Chabosie.
32°. Analcime.
33°. Sommite.
34°. Andréolite.
35°. Péridot.
36°. Mica.
37°. Cianite.
38°. Trémolite.
39°. Leucolite.
40°. Dipyre.
41°. Asbeste.
42°. Talc.
43°. Chlorite.
44°. Macle.
45°. Argile.

Donnons une courte notion de chacune de ces substances terreuses et de leurs caractères spécifiques.

62. *Le quartz :* pierre dure scintillante, rayant le verre, à cassure vitreuse ondulée brillante, ayant la double réfraction dans ses variétés transparentes, dont la forme primitive ou le noyau est le dodécaèdre pyramidal, et la molécule intégrante le tetraèdre irrégulier, très-dur et difficile à tailler, recevant un beau poli, infusible et apyre, phosphorescent par le frottement, dont la pesanteur spécifique est entre 25813 et 20701. Il est nommé cristal de roche quand il est sous forme régulière ; il présente un grand nombre de variétés par ses formes, ses couleurs, les mélanges d'oxides métalliques. Les noms de ses principales variétés sont, ou des dénominations de couleurs substituées aux anciennes, telles que rouge à l'hyacinthe de Compostelle, au rubis de Bohême et au sinople ; violet à l'améthiste, bleu au saphir d'eau, jaune à la topase occidentale, vert à la prase, etc. ; ou ils

expriment les rapports des surfaces, la figure apparente, tels que ceux de quartz primitifs rhombifère, plagièdre, lenticulaire; ou des accidens, des mélanges, tels que les mots laiteux, enfumé, irisé, micacé, amyanthée.

On ôte les grès de l'espèce du quartz, parce que ce sont des aggrégats de fragmens agglutinés, des espèces de brèches ou de pouddings, qui ne doivent pas être comptés comme pierres primitives.

Le composant le plus abondant du quartz est la silice; on l'y trouve uni souvent à un peu d'alumine, et quelquefois au fer ou à quelques autres oxides métalliques.

Outre l'ornement et les bijoux auxquels ses belles et rares variétés de quartz sont consacrées, il est employé dans ses variétés communes à une foule d'usages différens.

63. Le *silex* : pierre dure toujours opaque ou très-peu transparente, plus ou moins colorée, rayant le verre et quelquefois le quartz, pesant entre 2, 4 et 2, 6, scintillante, jamais cristallisée, à cassure souvent vitreuse, quelquefois écailleuse conchoïde ou ondulée. On regarde aujourd'hui comme variétés de cette espèce les agates, le jaspe dans lequel la matière silicée est empâtée d'argile et d'oxide de fer qui le rend conducteur de l'électricité. Les variétés principales du silex sont, les cailloux communs des crayères, le caillou blond ou pierre à fusil, la pierre meulière ou quartz carié, la calcédoine, l'opale, l'hidrophane, le cacholong, la carnéole, la sardoine, la chrisoprase, l'agate onyx, le caillou et l'agate œillés, herboisés, nuancés, veinés, mousseux, le jaspe héliotrope, l'enhydre, le pechstein ou silex résiniforme, la ménilite ou le pechstein de Ménil-Montant, les jaspes rouge, vert, sanguinal, versicolor. L'analyse y a montré plus de mélange avec la silice que dans le quartz, et sur-tout plus d'oxides métalliques.

On taille, on polit les silex pour en faire des bijoux durs et des ornemens. Ils servent à l'homme pour obtenir du feu

par le choc de l'acier. On en fait des meules, des mortiers, etc.

12. Le *zircon :* pierre dure, scintillante, transparente, susceptible d'un beau poli, rayant quoique difficilement le quartz, ayant une forte réfraction double, dont la pesanteur est entre 4,2 et 4,3, et va jusqu'à 4,3858, la forme primitive un octaèdre à faces triangulaires isocèles, qui se sousdivise paralellement à des plans qui passeraient par la hauteur des triangles, et la forme des molécules intégrantes, un tétraèdre. Quoique cette espèce comprenne les deux pierres qu'on nomme hyacinthe et jargon, la première est elle-même désignée sous les noms de jargon ; on dit jargon d'hyacinthe et jargon de Ceylan. Il paraît que ce nom est tiré de sa ressemblance avec le diamant qu'elle semble imiter comme le jargon, dans le faux langage, imite l'éloquence. Ces espèces de pierres ont donné, les premières et les seules encore, la terre qu'on nomme zircone, parce que le jargon est appelé zircon à Ceylan. Voici les variétés que le citoyen Haüy a reconnues, soit dans les échantillons de France et spécialement ceux du ruisseau d'Expailly, soit dans ceux de Ceylan.

a. *Zircon primitif*, ou octaèdre dont la forme des molécules intégrantes paraît être le tétraèdre ; d'Expailly.

b. *Zircon dodécaèdre ;* ou à quatre plans héxagones avec des sommets à quatre faces rhomboïdales, forme ordinaire des hyacinthes d'Expailly, de Ceylan, etc.

c. *Zircon prismé :* forme primitive augmentée d'un prisme qui sépare les deux pyramides ; c'est celle des jargons de Ceylan proprement dits.

d. *Zircon amphi-octaèdre :* huit pans au contour du prisme et huit faces aux deux sommets ; hyacinthe d'un jaune verdâtre, nommée chrisolite de Ceylan par quelques naturalistes.

e. *Zircon zonaire :* facettes formant une zône autour du prisme.

f. *Zircon plagièdre :* facettes triangulaires situées de biais et accolées deux à deux ; jargons de Ceylan.

g. *Zircon quadruplé* : cristal à trente-deux faces, nombre quadruple de celles du primitif.

h. Cinq autres variété sd'après la limpidité, ou le rouge aurore mêlé de brun, le rougeâtre, le jaunâtre et le verdâtre dont cette pierre est colorée.

Le zircon est un composé naturel de zircone de silice et souvent d'oxide de fer. Ses espèces ne servent qu'à l'ornement; elles étaient comptées parmi les pierres précieuses on les cristaux gemmes.

13. La *télésie* : ce nouveau nom, du citoyen Haüy, qui désigne une pierre parfaite, est donné aux trois pierres les plus belles qu'on comprenait autrefois parmi les précieuses ou les gemmes, savoir le rubis, le saphir et le topaze d'Orient des lapidaires, parce que ces trois pierres sont de la même espèce, ou rapprochées l'une de l'autre par toutes leurs propriétés et spécialement par leur dureté, leur pesanteur spécifique, leur forme et leur inaltérabilité. Le célèbre minéralogiste cité nommait d'abord cette espèce *orientale*; c'est une des plus dures et des plus transparentes des pierres, elle raie toutes les autres substances pierreuses. Sa pesanteur est de 3,9911 à 4,2833; sa raréfaction est simple, on y compte au moins huit variétés: les unes, tirées de la forme, et nommées *primitive*, *alongée*, *mineure*, *ennéagone*; les autres, de la couleur limpide, rouge, bleue et jaune. La forme la plus fréquente est un dodécaèdre ou deux pyramides hexaèdres unies, ou bien un prisme à six pans réguliers dans lequel les coupes, parallèles aux bases, sont les seules bien sensibles; c'est-là la forme primitive. Celle des molécules intégrantes est un prisme triangulaire équilatéral. Quelquefois on trouve ces pierres cristallisées de deux ou trois couleurs dans le même morceau. Souvent la télésie est roulée. On la rencontre au royaume de Pégu; de très-petits échantillons existent aussi dans le ruisseau d'Expailly.

La télésie bleue montre par l'analyse une énorme quantité d'alumine jusqu'à près de 0,99. L'oxide métallique qu'on

trouve dans les variétés colorées n'en est qu'un accident et ne représente que le déficit de la matière propre à la pierre. Son seul usage est presque réservé à la parure et aux bijous ; on en fait des bases de pivots dans l'horlogerie.

14. La *cymophane* : ce nom, qui signifie *lumière flottante*, a été donné par le citoyen Haüy à une pierre qui se rapproche de la télésie, mais qui en diffère cependant assez pour devoir former une espèce particulière. Son nom est tiré de ce qu'elle offre des reflets laiteux mêlés de bleuâtre partant de son intérieur et provenant, à ce qu'il paraît, d'une légère séparation entre ses lames.

Cette pierre a été faussement regardée comme une chrysolite par les joailliers; quelques naturalistes la désignaient par le nom de *chrysolite opaline*, mais elle diffère trop, par sa dureté, sa forme, sa pesanteur, de la chrysolite (qui est aujourd'hui rapportée à sa véritable espèce, celle du phosphate de chaux, d'après la découverte du citoyen Vauquelin), pour pouvoir être confondue avec elle. Le nom de *chrysobéril* ou de *béril d'un jaune d'or* que lui a donné M. Werner exprime une couleur qu'elle n'a jamais, et un rapport avec le béril ou l'émeraude qui n'existe véritablement pas. Voici quelles sont les propriétés distinctives de la cymophane.

Sa couleur est souvent d'un vert jaunâtre où d'un vert d'asperge, tirant quelquefois sur le brun jaunâtre. Ses reflets laiteux et bleuâtres partent de son intérieur et sont sur un plan parallèle à l'une des faces du cristal ; elle a une réfraction simple ; sa pesanteur est de 3, 7961 ; elle raye fortement le quartz. Sa forme cristalline la plus commune est un prisme octaèdre avec des sommets à quatre trapèzes et deux rectangles. Sa forme primitive ainsi que celle de sa molécule intégrante, est un parallélipipède rectangle. Il paraît qu'une variété décrite par Emmerling, et dont la formation a été appréciée suivant une loi particulière de décroissement par le citoyen Haüy, offre un prisme hexaèdre régulier dont la

base représente les tables hexagones alongées à angles égaux, indiquées par le premier de ces naturalistes. Il y en a une troisième variété, où le prisme a douze pans, quatre de ses arrêtes étant remplacées par deux facettes alongées en vertu d'un décroissement par trois rangées en largeur et par quatre en hauteur. Le calcul d'après les formes connues, ainsi que la cassure ondulée qui présente des lames dans deux sens perpendiculaires l'une sur l'autre, donnent pour forme primitive ou moyenne de la cymophane, un prisme droit quadrilatère dont les pans font entre eux des angles droits.

On distingue la cymophane de la télésie, dont elle se rapproche par sa dureté, à l'aide de sa pesanteur un peu moindre, de ses formes les plus communes et de ses joints sensiblement parallèles aux faces latérales, tandis que dans la télésie les joints sont parallèles à la base du prisme; les reflets qui ont quelquefois lieu aussi dans la télésie comme dans la cymophane, suivent la même variété de direction que le joint des lames.

M. Klaproth a trouvé dans la cymophane beaucoup d'alumine avec un peu de chaux, de silice et très-peu d'oxide de fer.

On n'a encore employé la cymophane que comme bijou. On en fait peu de cas parmi les lapidaires, à cause du nuage qui offusque presque toujours sa transparence. Elle vient du Brésil et de Ceylan; on assure qu'il s'en trouve près de Nertschinsk en Sibérie.

15. Le *rubis* : ce sont les deux espèces de pierres nommées autrefois rubis *spinelle* et rubis *balai* qui appartiennent aujourd'hui à celle-ci; cette pierre s'éloigne beaucoup du rubis oriental ou de la variété rouge de la télésie avec laquelle on l'avait confondue et dont on l'avait regardée comme une variété. Le rubis pèse entre 3, 6458 et 3, 7600. Sa dureté est telle qu'il raye fortement et facilement le quartz, et qu'il n'est rayé que par la télésie; sa cassure est vitreuse; sa réfraction simple. Sa forme primitive est l'octaèdre régulier qui se trouve fré-

quemment dans cette pierre, mais avec de légères variétés; la forme de sa molécule intégrante est le tétraèdre régulier. On y compte quelques variétés de forme et de couleur; savoir, pour la forme, le rubis *primitif*, l'*émarginé*, l'*hémitrope*; pour la couleur, le rubis *spinelle* d'un rouge éclatant, le rubis *balai* d'un rose pâle, le rubis bleu saphir des Allemands, le rubis orangé nommé *vermeille* par les lapidaires.

Son analyse, en présentant au citoyen Vauquelin comme à M. Klaproth une grande quantité d'alumine, mais point de silice et seulement un peu de magnésie, lui a montré de plus la présence du nouveau métal qu'il a découvert dans le plomb rouge et à l'état d'acide chrômique comme dans ce dernier. C'est cet acide qui le colore en rouge; en sorte que cette pierre est un chrômate avec un grand excès d'alumine.

L'usage du rubis est borné, à cause de sa rareté et de son peu de volume, aux bijoux et à l'horlogerie.

16. La *topaze* : On donne aujourd'hui le nom spécifique de topaze à des pierres assez différentes de celle qu'on nommait autrefois topaze orientale, et qui est une télésie, comme on l'a vu. La topaze actuelle ou proprement dite renferme maintenant celles du Brésil, de Saxe et de Sibérie. Le nom de topaze est tiré d'une île où se trouvait la pierre ainsi appelée par les anciens.

Les caractères spécifiques de cette pierre consistent dans sa pesanteur, qui va de 3, 5311 à 3, 5640; sa dureté telle qu'elle raye le quartz, et qu'elle est rayée par le rubis; sa réfraction double, son électricité vitrée d'un côté et résineuse de l'autre, excitable par la chaleur dans les topazes dites du Brésil et de Sibérie; sa cassure vitreuse ondulée et brillante dans le sens longitudinal, sa forme primitive, la même que celle de sa molécule intégrante, consistant dans un prisme droit à bases rhombes dont le grand angle est de 124d. 22′, et dans lequel les coupes parallèles aux bases sont les seules bien nettes et bien sensibles. Elle est infusible au chalumeau;

elle rougit ou blanchit lorsqu'on la fait chauffer dans un creuset.

Suivant la dernière analyse de la topaze de Saxe, faite par le citoyen Vauquelin, elle contient beaucoup d'alumine et un peu moins de la moitié de celle-ci de silice.

Les variétés qu'en décrit le citoyen Haüy sont au nombre de huit, d'après la forme; savoir, la topaze *amphioctaèdre*, ayant huit faces verticales entre deux pyramides à quatre faces; la *cunéiforme*, ayant un sommet en forme de coin; la *monostique* avec une face terminale perpendiculaire à son axe; la *duodénaire*, offrant douze faces sur le contour de son prisme; la *distique*, présentant deux rangs de facettes obliques; la *dissimilaire*, dont la rangée inférieure de facettes obliques est à quatre de plus que la supérieure; la *cylindroïde* à prisme déformé par des arrondissemens et des cannelures longitudinales; la *roulée* usée par les eaux.

Il en énonce dix variétés par les couleurs; la topaze *limpide*, c'est celle de Sibérie; la topaze *jaune*, celle de Saxe et du Brésil; la topaze *jaune pâle* de Saxe; la topaze *jaune roussâtre* du Brésil; la topaze *jaune safranée* d'Inde; la topaze *jaune rougeâtre* rubicelle ou rubacelle; la topaze *jaune verdâtre*, chrysolite de Saxe; la topaze *bleue verdâtre*, aigue-marine de Daubenton, de Brisson, *saphir du Brésil* de Delisle; la topaze *rouge*, rubis du Brésil ou rubis balai des lapidaires; la topaze *laiteuse*.

Enfin, le même naturaliste reconnaît trois autres variétés fondées sur la transparence, savoir la topaze *transparente*, la *demi-transparente* et la topaze *opaque*; ce qui fait en tout vingt-une variétés.

Les belles variétés de cette pierre servent à la joaillerie; elles ne sont cependant jamais d'un grand prix dans le commerce. Il paraît qu'on débite et qu'on emploie souvent sous le noms de rubis du Brésil, des topases de ce pays chauffées jusqu'à les faire rougir.

17. L'*émeraude* : la belle couleur verte de l'émeraude qu'on a donnée long temps comme caractère essentiel de cette pierre et la gaîté que sa vue inspire l'ont fait regarder, dans tous les temps, comme une des plus magnifiques productions de la nature. Ses caractères physiques sont une pesanteur spécifique de 2,7227 à 2,7755 ; une dureté assez grande pour rayer le quartz quoiqu'elle soit rayée par les télésies; une réfraction double qui cesse d'avoir lieu lorsque l'une des faces de l'angle réfringent est perpendiculaire à l'axe des cristaux ; une cassure ondulée brillante ; une propriété électrique très-sensible par le frottement. Ses caractères géométriques sont une forme primitive de prisme hexaèdre régulier, et un prisme triangulaire équilatéral pour la molécule intégrante. Enfin ses caractères chimiques sont une parfaite inaltérabilité à un feu doux, ou un changement en bleuâtre à un feu plus fort, une fusibilité au chalumeau en un verre gris ou blanchâtre opaque, dans lequel il reste souvent des points verdâtres ou bleuâtres.

Le nombre de ses variétés est assez considérable. En raison de la forme, on en distingue cinq principales ; savoir, l'émeraude *primitive* ou prisme hexaèdre qui varie encore lui-même par l'inégalité régulière, irrégulière, alterne de ses six pans; l'émeraude *péridodécaèdre*, formée de douze faces égales ou inégales ; l'émeraude *épointée*, l'émeraude *rhombéolaire* et l'émeraude *symétrique* dont les arêtes et les angles paraissent être tronqués, ou sont remplacés par des facettes diversement configurées et arrangées entre elles.

La couleur donne sept principales variétés de cette pierre ; savoir, la verte parfaite, la verte foncée, la verte bleue, la verte jaune, la verte pâle ou *béril* ou *aigue marine*, la verte blanche et la blanche. Le citoyen Bournon a trouvé dans les montagnes du Forez une émeraude verte au milieu et blanche à ses deux extrémités; et le citoyen Dolomieu en a trouvé une tout-à-fait blanche dans le granit de l'île d'Elbe.

Enfin la transparence produit trois variétés dans l'émeraude,

l'une transparente, la seconde demi-transparente et la troisième opaque. Il est très-rare qu'une émeraude un peu volumineuse soit d'une belle transparence ; le plus souvent l'émeraude est nuageuse, remplie de taches ou entièrement opaque.

Cette pierre a été très-abondante au Pérou, d'où sont venues presque toutes celles qui sont dans le commerce sous le nom d'émeraudes de *vieille roche ;* on n'en tire plus aujourd'hui, et on ne connaît plus même ces premières mines. On en trouve en France dans les montagnes des ci-devant Forez, Charolais et Bourgogne, dans l'île d'Elbe. Celle qu'on nomme émeraude du Brésil est une tourmaline. Les anciens en tiraient de l'Égypte, de la Scythie, de la Bactriane.

L'émeraude et le béril contiennent environ les deux tiers de leur poids de silice, le huitième d'alumine ; c'est dans la première de ces pierres que le citoyen Vauquelin a trouvé son nouveau métal, le chrôme à l'état d'oxide vert, et dans toutes deux une nouvelle espèce de terre, la glucine formant près du cinquième de leur poids. Bergman, MM. Klaproth et Bindheim l'avaient confondue avec l'alumine.

L'émeraude est fort en usage comme bijou ; elle produit un très-bel effet, et quand elle est complétement transparente et bien colorée en vert de pré, elle est d'un grand prix. Quelques anciens médecins lui attribuaient des vertus presque miraculeuses.

18. L'*euclase :* ce nom qui signifie *facile à briser*, a été donné par le citoyen Haüy à une pierre nouvelle rapportée du Pérou par Dombey ; elle avait d'abord été confondue avec l'émeraude à cause de sa teinte verdâtre et de son pays, mais elle en diffère par beaucoup de propriétés. Sa pesanteur spécifique est de 3, 0625. Elle a une double réfraction très-marquée. Quoiqu'assez dure pour rayer facilement le verre et légèrement le quartz, elle ne donne point d'étincelles avec le briquet, mais elle se brise par le choc. On divise facilement ses cristaux dans le sens de quatre plans parallèles à leur

axe et perpendiculaires entre eux. Deux de ces divisions sont nettes et s'obtiennent facilement; les deux autres sont raboteuses et difficiles à obtenir.

La forme primitive de l'euclase est un prisme droit rectangulaire; celle de la molécule intégrante est la même. Une variété de cette pierre présente soixante-six faces, dix parallèles à l'axe et vingt-huit à chaque sommet.

On n'a point fait encore l'analyse de l'euclase : on sait seulement qu'elle est fusible au chalumeau en une espèce d'émail blanc. Elle n'est d'aucun usage, parce qu'elle n'a encore été que trop peu abondante pour pouvoir être employée.

19. Le *grenat* : cette pierre, regardée depuis long temps comme une des gemmes les plus communes, est aussi une des plus étudiées et des plus connues. Sa pesanteur spécifique est de 3, 6511 ou de 4, 1888. Elle est assez dure pour rayer le quartz; sa réfraction est simple; sa cassure ondulée et brillante; sa forme primitive est le dodécaèdre rhomboïdal : celle de sa molécule intégrante, le tétraëdre à faces triangulaires isocèles égales et semblables.

On en connaît cinq principales variétés dans la forme; savoir, le *primitif*, ou grenat dodécaèdre à plans rhombes; le *trapezoïdal* ou grenat à vingt-quatre faces, et l'*intermédiaire* variété du précédent; le grenat en *masse* lamelleuse et le grenat *informe* dont les pyramides ne sont pas terminées; trois autres variétés en raison de la couleur, le grenat rouge, le grenat vert et le grenat noir; enfin trois par rapport au passage de la lumière entre ses lames, le transparent, le demi-transparent et l'opaque.

Plusieurs chimistes ont analysé le grenat; suivant M. Klaproth il contient $\frac{2}{3}$ environ de silice, un peu plus de $\frac{1}{4}$ d'alumine, $\frac{1}{10}$ de magnésie, un peu plus de $\frac{1}{6}$ d'oxide de fer, et un peu de chaux et d'oxide de manganèse. C'est une des pierres dures les plus fusibles et les plus attaquables par les acides.

Le grenat est fort employé comme ornement, quoique ce soit une des pierres les moins estimées et les moins précieuses.

20. La *leucite :* c'est le nom que M. Werner a donné à une pierre cristallisée, qui a des rapports de forme avec le grenat et qu'on avait nommée *grenat blanc.* Comme on la trouve souvent dans les produits de volcan, on avait imaginé qu'elle provenait de grenats chauffés naturellement; mais cette opinion a été reconnue pour une erreur; outre que l'on trouve la leucite dans des matières non-volcanisées et même dans des montagnes primitives, elle se rencontre souvent avec des substances que le feu souterrain aurait dû altérer et qui n'ont cependant pas subi d'altération. Les caractères de la leucite sont une pesanteur spécifique de 2, 4634; une dureté moyenne qui ne lui permet que de rayer difficilement le verre; une cassure raboteuse, quelquefois légèrement ondulée; une couleur blanche ou grise, légèrement jaunâtre jointe à une demi-transparence qu'on n'y observe que rarement; une forme primitive de cube qui se sous-divise diagonalement suivant des plans passant par les arêtes et par le centre, forme qui est la même que celle de la molécule intégrante.

Il existe quelques variétés de forme, de couleur et de consistance de la leucite. Sa figure la plus ordinaire est un polyèdre terminé par vingt-quatre trapezoïdes égaux et semblables, parfaitement semblable à celle du grenat trapezoïdal. On en trouve de lamelleuses, d'informes; il en est de demi-transparentes, d'opaques, de dures et de friables, de blanchâtres, de grises, de verdâtres, de jaunâtres, de tachées; quelques-unes sont lisses, d'autres grenues et comme farineuses. La leucite est le plus souvent enfermée dans des laves.

C'est dans cette pierre que M. Klaproth a trouvé la potasse unie à la dose d'un cinquième, à plus du double de son poids de silice, et a un peu plus de son poids d'alumine. Le citoyen Vauquelin a confirmé depuis cette intéressante découverte, et il l'a étendue jusqu'à la lave qui contient le plus commu-

nément les cristaux de leucite, ainsi qu'aux terres qui fournissent de l'alun par la seule évaporation de leur lessive sans addition.

21. L'*idocrase* : le citoyen Haüy a donné ce nom à la pierre qu'on avoit appelée hyacinthe des volcans ou *hyacinthine*, et qui s'éloigne beaucoup de la véritable hyacinthe. Cette dénomination, qui veut dire forme mélangée, est tirée de ce que ses cristaux participent des formes de plusieurs autres minéraux connus.

Elle est caractérisée par une pesanteur spécifique qui va de 3,390 à 3,409, par une dureté qui raie le verre, par une réfraction double, une cassure légèrement luisante, raboteuse, quelquefois un peu ondulée. Sa forme primitive est le cube divisible dans le sens des diagonales de deux faces opposées; celle de sa molécule intégrante est un prisme triangulaire à bases rectangles isocèles.

Les variétés de forme qui tiennent en général au prisme à huit pans terminé par des pyramides à quatre faces comme tronquées plus ou moins près de leurs bases, et dont les arêtes sont plus ou moins remplacées par des facettes, sont au nombre de cinq principales; il y en a une nommée *nonagésime* par le citoyen Haüy, et qui présentant quatre-vingt-dix faces semble offrir le *maximum* des formes secondaires observées jusqu'à présent. Ces variétés de forme se font encore remarquer par une couleur brune, jaune ou verte.

Quoique l'idocrase se rencontre dans les matières vomies par les volcans, elle appartient au sol même déchiré par les feux souterrains, et n'est point, comme on l'a cru faussement, le produit de ces feux. Aussi ne l'a-t-on que dans les premières éjections des volcans, sur-tout du Vésuve.

Au chalumeau, elle se fond en verre jaunâtre. On n'en a point encore d'analyse.

22. Le *feldspath* : c'est une des pierres les plus fréquentes de la nature; elle fait partie des granits. Sa pesanteur spéci-

fique est entre 2, 4378 et 2, 7045. Sa dureté est telle qu'il raye bien le verre, et qu'il étincelle sous le briquet, ce qui l'a fait nommer *spath étincelant*. Sa cassure lamelleuse et chatoyante lui a fait donner le nom de spath. Les morceaux transparens ont une réfraction double. Il ne s'électrise que difficilement par le frottement, même lorsqu'il est bien diaphane. Deux morceaux frottés l'un contre l'autre offrent une phosphorescence sensible. Sa forme primitive, ainsi que celle de sa molécule intégrante, est un parallellipipède obliqu'angle irrégulier.

On ne connaît pas encore bien la nature intime de cette pierre. D'après l'analyse faite par MM. Scopoli, Westrumb, Morell, Fabroni et Meyer, la silice fait la plus grande partie de sa composition; elle y a été indiquée entre 0, 55 et 0, 74. L'alumine y est ensuite le principe le plus abondant; on l'y annonce de 0, 17 à 0, 36. Quatre des analystes cités y ont trouvé la magnésie de 0, 04 à 0, 06; un la chaux de 0, 01 à 0, 06. Le fer y existe aussi et paraît y être l'élément le plus variable. Trois des chimistes qui l'ont analysé y annoncent la barite. Le citoyen Vauquelin y a trouvé de la potasse. On sait que le feldspath est fusible en une espèce d'émail blanc, et que les alcalis fixes accélèrent singulièrement sa fusion.

Sa forme secondaire y détermine six variétés : le feldspath *rhomboïdal*, le *similaire*, l'*apophane*, le *polynome*, le *semi-inverse* et l'*aggrégé*. On distingue encore le transparent, nommé autrefois *schorl blanc* et *adulaire*; l'informe; le nacré ou *œil de poisson*; le chatoyant ou *œil de chat*; l'*opalin* ou pierre de Labrador. Le feld-spath est le *pétuntzé* des Chinois; son grand usage est de servir de fondant à la porcelaine; et il est bien évident que cette propriété dépend de la présence de la potasse, en sorte que la porcelaine est un genre de vitrification.

23. Le *pétrosilex* : ce nom donné déja anciennement pour désigner une pierre qui a semblé tenir le milieu entre les cailloux, et ce qu'on nommait improprement pierre calcaire,

est conservé à une substance très-distincte de tous les autres fossiles par son tissu, son grain, sa cassure, son aspect, etc. Le citoyen Daubenton caractérise le pétrosilex par la demi-transparence de la cire et la cassure écailleuse. Sa pesanteur spécifique est entre 2,6527 et 2,7467. Il étincelle par le choc du briquet; il n'a jamais un tissu lamelleux, mais légèrement grenu ou comme conchoïde. Analogue au silex par son aspect, il en diffère sur-tout par sa fusibilité au chalumeau. Il ne prend jamais de forme cristalline ni de transparence. Ses principales variétés sont le pétrosilex *commun*, le *terreux*, le *résiniforme* ou *pechstein*, le *jadien* ou jade de Saussure. M. Kirwan a trouvé par l'analyse que le pétrosilex est composé de beaucoup de silice, d'un tiers de celle-ci en alumine, et de très-peu de chaux.

Il semble que le citoyen Haüy regarde cette pierre comme un mélange plutôt que comme une substance homogène et bien distincte des autres pierres, puisque dans l'extrait de son traité de minéralogie, il s'exprime ainsi sur sa nature. « Les naturalistes modernes appellent pétrosilex une substance dans laquelle le feld-spath qui en fait la partie dominante, est tellement mélangé avec les autres ingrédiens des granits, que ses grains y sont indiscernables à l'œil ». Il paraît donc qu'il le regarde comme un granit très-fin.

24. Le *corindon* : c'est le nom donné en Chine à une pierre appelée d'abord fort improprement *spath adamantin*, puisqu'elle est fort éloignée de la dureté du diamant qu'on lui a d'abord attribuée. Sa pesanteur spécifique est de 3, 8732. Il raye le verre très-fortement, et sensiblement le quartz. Il a une réfraction double. Sa forme primitive est un rhomboïde un peu aigu; on l'obtient par des coupes très-nettes. Sa molécule intégrante a la même forme.

On connaît trois variétés de forme très-distinctes de cette pierre; le corindon *prismatique* ou en prisme hexaèdre régulier; le corindon *ternaire*, dont les faces ont alternativement

3, 6 et 9 côtés ; le corindon *subpyramidal* ou ayant des naissances de pyramides.

On a proposé le nom de *stérotome* pour cette pierre, à cause de sa propriété de couper beaucoup de corps durs, et de l'emploi qu'on en fait.

M. Klaproth qui avoit cru d'abord trouver une terre particulière et nouvelle dans cette pierre, terre qu'on avait déja admise d'après lui sous le nom de terre corindonienne, l'a reconnue depuis comme un composé de beaucoup d'alumine, d'un peu de silice et de fer.

25. La *ceylanite*. Cette pierre a été confondue avec les tourmalines de Ceylan parmi lesquelles elle se trouve, ou avec les schorls et les grenats. Sa pesanteur spécifique est de 3,7647 à 3,7931. Sa dureté est assez grande pour rayer fortement le verre, et médiocrement le quartz. Sa couleur paraît noire foncée, mais ses fragmens minces ont une demi-transparence et une couleur bleue sombre. Sa cassure est vitreuse et ondulée ; sa forme primitive, l'octaèdre régulier ; celle de sa molécule intégrante, le tétraèdre régulier. Une de ses variétés les plus fréquentes est l'octaèdre dont les bords sont interceptés par des facettes ; c'est la ceylanite *émarginée*. Le citoyen Collet Descotils y a trouvé par l'analyse 0,68 d'alumine, 0,16 d'oxide de fer, 0,12 de magnésie, et 0,02 de silice. On ne l'a encore rencontrée qu'en cristaux d'un noir foncé.

26. L'*axinite*. Ce mot, qui veut dire aminci en fer de hache, a été donné par le citoyen Haüy à une pierre qu'on avait confondue avec les schorls, et nommée *schorl violet* ou *schorl vert* du Dauphiné. Sa pesanteur spécifique est entre 3,2133 et 3,2956 ; sa dureté assez forte pour rayer le verre ; sa réfraction simple. Sa forme primitive difficile à déterminer, à raison du défaut de continuité des joints naturels, est un prisme droit dont les bases sont des parallellogrames obliquangles et qui se sousdivise en deux prismes triangulaires, lesquels représentent les molécules intégrantes.

Il y a peu de variétés de cette pierre ; on doit sur-tout distinguer la *lenticulaire*, l'*infléchie*, la *violette* et la *verte*. Cette dernière doit sa couleur à un mélange de chlorithe ; sa forme est la plus régulière et la plus nette.

M. Klaproth a trouvé dans l'axinite la moitié de son poids de silice, le quart d'alumine, le dixième de chaux, et un autre dixième en oxides de fer et de manganèse. Ce dernier métal donne la couleur violette. Cette pierre se fond au chalumeau en un verre demi-transparent, d'un blanc verdâtre.

27. La *tourmaline*. La pierre nommée définitivement tourmaline renferme des variétés qui ont été regardées à différentes époques comme des schorls, des émeraudes, des péridots, des saphirs. On ne commettra plus de pareilles erreurs en rapprochant tous les caractères qui appartiennent à cette espèce.

Sa pésanteur spécifique est entre 3,0863 et 3,3636 ; sa dureté lui permet de rayer le verre ; sa réfraction est simple. Elle est électrique par la chaleur ; mais d'une manière contraire, aux deux extrémités de ses cristaux qui ont des faces diverses, suivant la découverte d'Œpinus, faite en 1756. L'électricité est vitrée à un bout et résineuse à l'autre. On ne la trouve transparente que quand on regarde à travers l'épaisseur d'un cristal ; il y a toujours opacité quand l'axe visuel est parallèle à celui de ce cristal. Sa cassure est ordinairement ondulée et brillante, souvent articulée.

Sa forme primitive est un rhomboïde obtus, dont l'angle plan au sommet est d'environ 113 d. $\frac{1}{2}$, et qui se sousdivise en six tétraèdres. Sa molécule intégrante est un tétraèdre irrégulier.

Dans toutes les formes cristallines secondaires, quelles qu'elles soient, l'un des sommets diffère constamment de l'autre par le nombre de ses facettes, de sorte qu'on peut indiquer d'avance lequel des deux sommets donnera des signes d'électricité

vitrée, et lequel manifestera l'électricité résineuse. Le citoyen Haüy distingue les six principales variétés suivantes d'après les formes des cristaux ; la tourmaline *très-obtuse*, la tourmaline *isogone*, la tourmaline *homologue*, la tourmaline *impaire*, la tourmaline *surcomposée*, la tourmaline *cylindroïde* ; elle diffère encore par la couleur, de sorte qu'il y en a de noires, de vertes, de brunes, de vertes jaunâtres, de bleues.

Bergman y trouvé par l'analyse plus de la moitié de son poids d'alumine, un tiers de silice, un dixième de chaux, et très-peu de fer. Elle se fond au chalumeau en émail blanc ou gris. Ces pierres viennent de Madagascar, de Ceylan, du Brésil, du Tyrol et de l'Espagne.

28. L'*amphibole*. L'amphibole a long temps été confondue avec la tourmaline par des analogies si trompeuses, que ce sont elles qui ont dicté ce nom au citoyen Haüy. On l'a nommée *schorl opaque*, *hornblende*, *schorl lamelleux* ; c'est la substance la plus généralement désignée comme schorl. Sa pesanteur spécifique est de 3,25. Elle raye le verre ; sa cassure est raboteuse. Sa forme primitive ainsi que celle de sa molécule intégrante est un prisme oblique à bases rhombes, dont les pans sont inclinés entre eux d'environ 124 d. $\frac{1}{2}$. Les coupes parallèles à ces mêmes pans sont très-nettes. Elle est moins dure que la tourmaline ; elle n'est point électrique comme elle par la chaleur ; elle donne un verre noir au chalumeau. On en distingue trois principales variétés par la forme ; l'amphibole *dodécaèdre*, l'amphibole *biforme*, l'amphibole *surcomposée*. Il y en a de noire et de verte.

M. Kirwan y a trouvé plus du tiers de silice, du quart d'alumine, près du quart de fer, et presque un cinquième de magnésie. M. Heyer y a trouvé les mêmes matériaux, mais dans des proportions assez différentes par rapport à la silice qu'il a indiquée comme beaucoup plus abondante.

29. L'*actinote*. C'est une pierre que Saussure a nommée rayonnante, dont le mot nouveau est le synonyme exact ; on

l'a confondue avec le schorl sous le nom de schorl vert. Sa pesanteur spécifique est de 3,3333. Sa dureté lui permet de rayer le verre ; sa cassure un peu ondulée est luisante. Sa forme primitive est un prisme à bases rhombes, dont les plans sont inclinés entre eux d'environ 124 d. $\frac{1}{2}$. Sa molécule intégrante a la même forme, et c'est celle de l'amphibole. Sa plus fréquente variété est en prismes allongés hexaèdres et verts. Elle se fond en un émail d'un gris jaunâtre, ce qui la fait différer de l'amphibole dont elle se rapproche tellement par la forme, qu'on ne pourra déterminer exactement sa différence que lorsqu'on en aura des cristaux terminés par des sommets à facettes. Jusqu'ici on n'en a que de fracturés. On n'en a point encore fait l'analyse.

30. Le *pyroxène*. Le citoyen Haüy entend par ce mot *être étranger au feu*, et il avertit par là que la substance à laquelle il donne ce nom n'est point un produit de volcan, comme l'ont cru plusieurs minéralogistes. On nommait autrefois cette pierre *schorl noir*, *schorl volcanique* ; elle se trouve fréquemment sur ou dans les matières volcanisées, mais c'est parce qu'elle a fait partie des roches converties en laves. Voici les caractères spécifiques que le citoyen Haüy a trouvés dans le pyroxène. Sa pesanteur spécifique est de 3,2265. Sa dureté est faible ; il raye à peine le verre ; sa cassure est raboteuse, sa structure lamelleuse, mais moins que celle de l'amphibole. Sa forme primitive est un prisme oblique à bases rhombes, dont les pans sont inclinés entre eux d'environ 92 d. $\frac{1}{4}$, et qui se sousdivise dans le sens des diagonales de ses bases en deux prismes triangulaires. Ce dernier prisme est la forme de sa molécule intégrante.

Le pyroxène se fond difficilement au chalumeau, et seulement lorsqu'il est en très-petits fragmens. Bergman y annonce plus des $\frac{5}{5}$ de son poids de silice, le quart d'alumine, près d'un sixième de fer, un peu de chaux et de magnésie. Le citoyen Vauquelin en y trouvant les mêmes substances,

les a retirées en proportion différente, sur-tout l'alumine beaucoup moins et la magnésie beaucoup plus abondante, ainsi que la chaux ; il y a trouvé aussi un peu de manganèse.

Il y a deux variétés principales de pyroxène ; l'une noire et opaque, l'autre verte en plus petits cristaux et quelquefois transparente. Cette dernière qu'on avait distinguée comme espèce particulière, sous le nom de *virescite*, à cause de sa couleur, a exactement la même forme que la noire, suivant l'observation du citoyen Haüy.

31. La *staurotide*. Le citoyen Haüy a distingué par ce nom, qui signifie *croisette* ou *pierre de croix*, la substance pierreuse qui sous ce dernier nom était autrefois placée parmi les schorls. C'était le *schorl cruciforme* de Romé-de-l'Isle. La pesanteur spécifique de cette pierre, qui se trouve en Gallice et en France dans la ci-devant Bretagne, est de 3,2861. Elle raye faiblement le quartz. Sa cassure est raboteuse, un peu luisante dans quelques cristaux, terne et comme argileuse dans d'autres. Elle est le plus souvent opaque et d'un gris terreux. Sa forme primitive est un prisme droit à bases rhombes, dont les pans sont inclinés entre eux de 129 d. $\frac{1}{2}$, et qui se sousdivise en deux prismes triangulaires ; celle de sa molécule intégrante est un prisme droit triangulaire. Ses cristaux se croisent souvent deux à deux, de manière que leurs axes ne font jamais entre eux qu'un angle de soixante ou de quatre-vingt-dix degrés.

Il y en a cinq variétés principales, la staurotide *primitive*, la staurotide *hexagonale*, la staurotide *en équerre*, la staurotide *en sautoir*, et la staurotide *granatite*. Cette dernière est la pierre nommée granatite, rangée jusqu'ici parmi les grenats ou les schorls.

M. Heyer qui a fait l'analyse de la staurotide, y a trouvé près de la moitié de son poids de silice, un peu plus d'un cinquième de barite, et un cinquième d'alumine. Il a eu plus d'un dixième de perte.

32. La *thallite.* Ce nom, qui veut dire feuillage vert, est donné à une pierre que l'on confondait encore avec les schorls, et qu'on trouve dans les montagnes du ci-devant Dauphiné et à Chamouni. C'est le schorl vert du Dauphiné de Romé-de-l'Isle et la *delphinite* de Saussure. Ses caractères distinctifs sont une pesanteur spécifique de 3,4529, une telle dureté qu'elle raye facilement le verre, une réfraction simple, une cassure raboteuse et un peu éclatante, une fragilité très-grande dans un sens perpendiculaire à l'axe de ses cristaux; elle donne une poussière blanche très-rude au toucher; elle n'est point électrique par la chaleur.

Sa forme primitive est un prisme droit dont les bases sont des parallélogrammes obliqu'angles, ayant leurs angles de 114 d. $\frac{1}{2}$ et de 63 d. $\frac{1}{2}$.

Le citoyen Haüy annonce plusieurs variétés de formes intéressantes qu'il a trouvées dans cette pierre. Sa couleur varie du vert jaunâtre au vert sombre; ses morceaux transparens prennent un poli vif et éclatant.

Bergman disait avoir tiré du schorl vert du Dauphiné $\frac{2}{5}$ de silice, $\frac{1}{5}$ de magnésie en carbonate, un peu de chaux, de fer et d'alumine. Le citoyen Collet-Descotils y a trouvé un peu plus du tiers de silice, du quart d'alumine, près d'un cinquième de fer, un dixième et demi de chaux et un peu d'oxide de manganèse. La thallite se fond en bouillonnant au chalumeau, et donne une scorie noirâtre.

33. La *smaragdite.* Le citoyen Saussure a nommé ainsi une pierre très-variable dans sa couleur, le plus souvent verte et imitant la couleur de l'émeraude, mais fort éloignée de sa dureté, de sa transparence, de sa forme régulière et de toutes ses autres propriétés. Elle est quelquefois d'un beau vert brillant; il y en a de grise et métallique comme le mica, feuilletée comme lui; elle offre une suite de nuances entre ces deux extrêmes. Voici l'ensemble de ses caractères distinctifs. Sa pesanteur spécifique est de 3,0. Sa dureté est faible; elle

raye les carbonates terreux cristallisés, et quelquefois légèrement le verre. Sa cassure est écailleuse dans quelques morceaux et raboteuse dans d'autres. Sans avoir jamais la forme de cristaux réguliers, on divise facilement ses lames en deux sens différens par des coupes, dont les unes sont assez nettes et les autres ternes et peu sensibles.

Le citoyen Vauquelin vient d'en faire l'analyse, et y a trouvé la moitié de son poids de silice, un peu plus d'un dixième de chaux, autant d'alumine, un vingtième de magnésie, et 0,15 des trois oxides de fer, de cuivre, de chrôme; ce dernier y est le plus abondant; vient ensuite le fer, enfin le cuivre qui n'y fait pas 0,02. Il y a eu près de 0,06 de perte.

34. L'*oisanite*. Cette pierre, ainsi nommée à cause du bourg d'Oisan dans le ci-devant Dauphiné, près duquel on la trouve, a été regardée comme un schorl. Ce nom n'est cependant pas plus convenable que tous ceux qu'on emprunte des lieux, puisqu'on a déja trouvé en Espagne la pierre qui le porte.

L'oisanite a pour caractères une pesanteur spécifique de 3,8571; une dureté assez grande pour bien rayer le verre; une force électrique de communication extrêmement sensible; une forme primitive d'octaèdre rectangulaire allongé. Cette forme qui est la plus ordinaire se sousdivise très-nettement parallèlement aux huit faces de l'octaèdre, et parallèlement à la base commune des deux pyramides qui composent le cristal par leur réunion. On est conduit par le raisonnement à adopter pour la forme des molécules intégrantes le tétraèdre irrégulier.

L'oisanite est infusible au chalumeau. On n'en a pas fait encore l'analyse. Il y en a plusieurs variétés pour la couleur spécialement. On distingue la bleue ou *schorl bleu* du Dauphiné, la noire ou *schorl noir* octaèdre de l'Oisan, et la jaune ou celle d'Espagne. Les cristaux en sont souvent si petits, qu'on a de la peine à reconnaître leur forme.

35. La *dioptase*. Le citoyen Haüy a désigné par ce nom

nouveau une pierre dont on apperçoit à travers ses lames le joint qui les unit par un chatoiement très-vif. On l'avait confondue avec l'émeraude à cause de sa couleur ; mais elle en diffère beaucoup par sa pesanteur qui est de 3,3000, par sa dureté si faible qu'elle ne raye que difficilement le verre, par sa forme primitive obtenue facilement par la dissection, qui est un rhomboïde obtus dont l'angle plan au sommet est de 111 d., et par la forme celle de ses molécules intégrantes, qui est la même.

Les seuls cristaux de cette pierre, dont on ignore le pays natal, sont des dodécaèdres à six pans verticaux parallélogrammatiques obliqu'angles, avec des sommets à trois rhombes obtus.

Le citoyen Lelievre a trouvé qu'elle colorait le borax en vert, et qu'elle donnait un petit bouton de cuivre, au chalumeau. De premiers essais du citoyen Vauquelin peuvent faire soupçonner que la dioptase est une mine de cuivre.

36. La *lazulite*. On la nommait autrefois *lapis*, *lapis lazuli*, *pierre d'Arménie*. Son nom vient du mot *azul*, par lequel les Arabes désignent cette pierre. Elle est très-reconnaissable par sa belle couleur bleue d'azur, sa pesanteur spécifique entre 2,7675, et 2,9454, sa dureté qui est telle qu'elle raye le verre et qu'elle étincelle dans quelques points, sa cassure grenue, fine et serrée, l'absence de toute forme cristalline. Elle varie par sa teinte bleue plus ou moins riche ; souvent elle est mêlée de feld-spath et de sulfure de fer. Margraff y a trouvé de la silice, de la chaux, du sulfate de chaux et du fer. M. Klaproth y a de plus trouvé plus du dixième de son poids d'alumine. Elle donne du gaz hidrogène sulfuré par les acides.

C'est avec cette pierre qu'on prépare le bleu d'outremer, la plus belle et la plus durable de toutes les couleurs employées en peinture. Ce serait une des plus belles découvertes de la chimie que d'imiter cette précieuse couleur par l'art,

puisque la nature ne la présente que rarement, peu abondamment, et souvent impure.

37. La *zéolithe*. Cronstedt a donné ce nom à une pierre qui bouillonne au feu en se fondant. C'est celle du célèbre minéralogiste suédois, qui est encore désignée comme l'espèce ainsi dénommée dans la lithologie française. Voici par quels caractères cette espèce, avec laquelle on a confondu plusieurs autres pierres qui en sont plus ou moins différentes, se distingue suffisamment. Elle a une pesanteur spécifique qui égale 2,0833; une dureté faible qui n'entame que le carbonate de chaux. Elle est électrique par la chaleur comme la tourmaline; l'électricité vitrée ou positive occupe les pyramides saillantes, et la résineuse ou négative se trouve vers la base adhérente. Sa cassure est un peu ondulée; sa forme primitive un prisme droit à bases quarrées; celle de sa molécule intégrante est la même. Elle a de plus la propriété de former facilement une gelée avec les acides. Sa forme, sa qualité électrique par la seule chaleur, et sa nature gélatineuse dans ses dissolutions acides, éloignent spécialement de cette espèce de pierre les divers composés qu'on y a si gratuitement associés dans différens systèmes de lithologie.

Parmi les principales variétés de zéolithe, on doit distinguer celle de Cronstedt en prismes longs quadrangulaires, terminés par des pyramides à quatre faces surbaissées. Il y a aussi des différences de couleur qui peuvent former des variétés ou sousvariétés dans la zéolithe.

Cette pierre a été analysée par Bergman, Pelletier, Meyer et M. Klaproth. Tous les quatre y ont trouvé la silice comme principe excédant de 0,44, à 0,60; l'alumine en seconde proportion de 0,18 à 0,30; la chaux en troisième de 0,03 à 0,18; l'eau de 0,04 à 0,22. M. Klaproth y a annoncé de plus un peu de fer. C'est manifestement à l'eau qui y est contenue qu'est due la propriété de bouillonner en se fondant, dont jouit la zéolithe.

38. La *stilbite :* substance pierreuse, d'un luisant semblable à la nacre, comme son nom l'exprime. C'est la deuxième espèce de zéolithe que le citoyen Haüy distinguait il y a quelques années, et dont il a fait depuis cette pierre particulière, après l'avoir étudiée avec plus de soin. Elle a en effet des caractères bien distincts ; sur-tout une pesanteur de 2,5 ; une dureté plus grande que la zéolithe proprement dite, puisqu'elle la raye facilement, un éclat imitant celui de la nacre, une forme primitive de prisme droit à bases rectangles ; les coupes parallèles aux pans étroits sont seules bien nettes. Ses molécules intégrantes ont la même forme. Elle a deux variétés principales de cristaux ; les uns en dodécaèdres à quatre pans hexagones avec des sommets à quatre parallélogrammes obliquangles ; les autres en prismes hexaèdres, dont quatre angles solides sont remplacés par des facettes triangulaires avec une hauteur différente.

La stilbite, mise sur des charbons ardens, perd sa transparence, décrépite, devient friable comme le sulfate de chaux cristallisé. Elle se boursouffle, se fond et se réduit en émail blanc, demi transparent et rempli de bulles comme la zéolithe. Le citoyen Vauquelin y a trouvé par l'analyse plus de la moitié de son poids de silice, près du cinquième d'alumine, près d'un dixième de chaux, et à peu près un cinquième d'eau. On voit par là quelle est d'une nature très-voisine de la zéolithe.

39. La *prehnite :* nom tiré de celui du colonel Prehn qui a rapporté cette pierre, du Cap de Bonne-Espérance. On en a trouvé en France. Celle du Cap a une pesanteur spécifique égale à 2,6969; celle de France, à 2,6097 ; elle est assez dure pour rayer légèrement le verre. Elle est un peu nacrée, en cristaux verdâtres, grouppés confusément, divergens, en prismes tétraèdres à sommets dièdres. Celle de France, trouvée dans le ci-devant Dauphiné, est en lames rhomboïdales à faces latérales inclinées entre elles de 101^{d} et de 89^{d} ; ou en lames hexagonales ayant deux angles de 101^{d} et quatre de 129^{d} $\frac{1}{2}$; ou en lames

grouppées et divergentes comme les rayons d'un éventail ; on nomme celle-ci prehnite *flabelliforme ;* ou enfin en faisceaux de lames curvilignes divergentes ; c'est la prehnite *conchoide.* Il y en a de blanche et de verte. Sa forme primitive ainsi que celle de ses molécules intégrantes, est un prisme droit rhomboïdal, dont les bases ont leurs angles d'environ 101 et 79 degrés.

La prehnite se fond au chalumeau en une écume blanche poreuse qui devient un émail jaune noirâtre. M. Klaproth y a trouvé près de la moitié de son poids de silice, près du tiers d'alumine, près du cinquième de chaux, 0,05 de fer et un peu d'eau. L'analyse faite par le citoyen Hassenfratz lui a offert des résultats parfaitement semblables. On voit que cette pierre ne diffère de la zéolithe que par beaucoup moins d'eau ; aussi ne bouillonne-t-elle pas comme elle avant sa fusion.

40. La *chabasie.* Voici un nom ancien et homérique de pierre renouvelé depuis quelques années pour un composé pierreux qu'on a d'abord regardé comme formant variété de zéolithe nommée *cubique*, mais que le citoyen Haüy, en lui conservant ce nom distinct, à séparé comme une espèce particulière. Elle a été trouvée en Allemagne, près d'Oberstein. Sa pesanteur spécifique est de 2,1176 ; elle raye à peine le verre, et légèrement le feld-spath ; sa structure est lamelleuse. Sa forme primitive est un rhomboïde légèrement obtus dont l'angle plan au sommet est d'environ 93 d $\frac{1}{2}$; ses molécules intégrantes sont de la même forme.

Elle a deux variétés de forme ; l'une qui est la primitive, et l'autre qui est nommée *trirhomboïdale*, parce qu'en offrant un rhomboïde incomplet dans les trois arêtes de chaque sommet et dans les six angles solides latéraux, elle donne l'idée, en supposant les facettes continuées jusqu'à ce qu'elles s'entrecoupent, de deux romboïdes différens qui, réunis au primitif, en présentent trois possibles. On n'a point fait l'analyse de cette espèce de pierre, sur la distinction de laquelle le citoyen

Bosc d'Antic a le premier fixé il y a quelques années, l'attention des lithologistes.

41. *L'analcime.* Le citoyen Haüy a donné ce nom, qui signifie *sans vigueur*, à une pierre qui ne s'électrise que très-difficilement par le frottement, et qu'il avoit d'abord regardée comme une variété de zéolithe avec plusieurs autres naturalistes. On la nommait *zéolithe dure*, *zéolithe granatique*. Sa pesanteur spécifique est à peu près égale à 2. Elle raye légèrement le verre. Sa cassure est ondulée dans les morceaux transparens, compacte et à grains très-fins dans les cristaux opaques. Les cristaux les plus diaphanes ne s'électrisent que très-faiblement par le frottement. Sa forme primitive ainsi que celle de ses molécules intégrantes est le cube.

Quelquefois dans les formes secondaires, chaque angle solide du cube est remplacé par trois facettes triangulaires; quelquefois elle offre un polyëdre semblable au grenat à vingt-quatre facettes trapézoïdes. L'une est l'analcime *cubopyramidale*, l'autre la *trapézoïdale*; la première était autrefois la *zéolithe cubique*, ou à trente facettes; la seconde, la *zéolithe granatique*. On en trouve de transparente, d'opaque, de blanche et de couleur de chair.

L'analcime se fond sans se boursouffler au chalumeau, en un verre demi transparent. On la trouve en cristaux grouppés déposés par l'eau dans des fissures de laves dures. Elle est manifestement postérieure à leur formation, tandis que la leucite l'a précédée et à été enveloppée par elles. On n'a point fait encore une analyse exacte de l'analcime.

42. La *sommite*. Cette pierre avait été regardée comme une hyacinthe et nommée *hyacinthe blanche* de la Somma, nom de la montagne du Vésuve sur laquelle on la trouve. Born la nommait *basalte blanc*, et Ferber *schorl blanc hexagonal*. C'est une espèce distincte de composé pierreux, caractérisée par les propriétés suivantes. Sa pesanteur spécifique est de 3,2741; sa dureté lui permet de rayer le verre par ses parties aigues; sa

cassure est raboteuse, tirant au vitreux lorsqu'on l'observe à la loupe. La forme primitive qu'elle affecte assez constamment, est un prisme hexaëdre régulier. Celle de sa molécule intégrante est le prisme triangulaire équilatéral. Elle est difficile à fondre au chalumeau; elle contient presque partie égale de silice et d'alumine, très-peu de chaux et d'oxide de fer, suivant l'analyse du citoyen Vauquelin. On voit qu'elle s'éloigne beaucoup de l'hyacinthe par sa nature.

43. *L'andréolithe.* Ce nom tiré d'Andréasberg en Saxe, d'où vient ce composé naturel, est donné à une pierre que Romé-de-Lille avait nommé *hyacinthe blanche cruciforme*, et que Bergman avait également rangée parmi les hyacinthes. Sa pesanteur est de 2, 3. Elle raye légèrement le verre; elle a une cassure raboteuse. Sa poussière jetée sur un charbon ardent donne une lumière phosphorique d'un jaune verdâtre. Sa forme primitive est un octaèdre rectangulaire, qui se sousdivise parallèlement à des plans passant par les arêtes contiguës aux sommets et par le centre. Sa molécule intégrante est un tétraëdre irrégulier. Elle est ordinairement en macle composée de deux prismes tétraèdres applatis, terminés par deux pyramides tétraèdres et se coupant à angle droit, ce qui lui a fait donner le nom de cruciforme. MM. Heyer et Klaproth y ont trouvé de la silice, de l'alumine et de la barite; la première en fait près de la moitié, les deux autres chacune environ le cinquième. Suivant M. Klaproth, elle contient 0,15 d'eau.

44. Le *péridot.* On donne aujourd'hui le nom de péridot à quelques pierres beaucoup moins nombreuses que celles qu'on a depuis long temps confondues sous cette dénomination, et que plusieurs minéralogistes n'ont pas même connues. Le péridot actuel a pour caractères physiques une pesanteur égale à 3,4285, une dureté telle qu'il raye le verre, une très-forte réfraction double, une cassure ondulée et brillante; les joints naturels de ses lames sont dans un sens parallèle à son axe.

Sa forme primitive est celle d'un prisme droit à bases rec-

tangles ; celle de sa molécule intégrante est la même. Il y a quelques variétés remarquables de cette pierre, sur-tout celles qu'on nomme le *péridot micronome*, le *péridot duodénaire*, etc. Sa couleur ordinaire est d'un jaune verdâtre. Il faut y rapporter aussi comme variété la prétendue chrysolite des volcans ou l'*olivine* de Werner, ainsi nommée à cause de sa couleur.

Le citoyen Vauquelin a fait l'analyse du peridot, et il y a trouvé plus de la moitié de son poids de magnésie, un peu plus du tiers de silice et environ un dixième d'oxide de fer ; il n'a eu que deux centièmes de perte. Il a observé que cette pierre ne se fondait ni seule ni avec le phosphate de soude au chalumeau, et qu'avec le borax elle donnait sans effervescence un verre transparent d'une couleur légèrement verte.

45. Le *mica*. C'est une des pierres les plus faciles à reconnaître par son brillant imitant souvent l'éclat métallique, par son élasticité, par sa mollesse, par son toucher gras sans aspect onctueux ; sa pesanteur est entre 2,6546 et 2,9342. On la raye facilement ; elle se laisse plutôt déchirer que briser. Sa forme primitive est un prisme droit à bases rhombes dont les angles sont de 120 d et de 60 d. Les divisions parallèles aux bases sont très-nettes ; celles qui sont faites dans le sens latéral sont ternes et mattes. Sa molécule intégrante est de la même forme.

On distingue parmi les variétés de forme de cette pierre, le mica *primitif* ou en prisme rhomboïdal court ; le mica *hexagonal* en prisme hexaèdre ou en lames hexagones ; le mica *rectangulaire* ; le mica *foliacé* talc ou verre de Moscovie ; le mica *lamelli-forme* ; le mica *hémisphérique* ; le mica *filamenteux* ; le mica *pulvérulent*. Sous le rapport de la couleur, il y a du mica *doré*, du mica *argenté*, du mica *verdâtre*, rougeâtre, jaunâtre, brun et noir ; il en est de transparent, de demi transparent et d'opaque.

Le mica est une pierre primitive mêlée avec le quartz et le feldspath ; souvent il est entraîné dans les terrains secondaires ; c'est une des substances naturelles qui réfléchit le plus fortement la lumière.

Le mica est fusible au chalumeau en émail blanc, gris, verdâtre ou noirâtre. Son analyse exacte a offert au citoyen Vauquelin la moitié de son poids de silice, un tiers d'alumine, plus d'un vingtième d'oxide de fer et très-peu de chaux et de magnésie.

Il est fort employé pour garnir les fenêtres et celles des vaisseaux sur-tout, au lieu de verre, pour fabriquer des lanternes, pour orner des ouvrages d'agrément, pour sécher l'écriture, etc. Dans ce dernier usage on le nomme improprement poudre d'or ou d'argent, or ou argent de chat, etc.

46. La *cyanite*. Cette pierre qui a été nommé *schorl bleu* et *sappare*, a une pesanteur spécifique de 3,5170. Elle ne raye le verre que lorsqu'on le frotte avec une pointe très-aigue de cette pierre. Elle n'a qu'une réfraction simple. Sa forme primitive est un prisme oblique quadrangulaire dont les pans sont inclinés entre eux d'environ 103 d ; sa molécule intégrante est de la même forme. Il y a toujours dans les cristaux de cette pierre des divisions parallèles à deux pans opposés, qui sont beaucoup plus nettes que celles qui répondent aux autres pans.

Parmi ses variétés de forme, une des plus remarquables est celle de prismes hexaèdres qui s'appliquent deux à deux de manière à offrir un angle rentrant d'un côté et un angle saillant de l'autre. On les trouve au Mont-Saint-Gothard.

Cette pierre, analysée par Saussure et par M. Struve, leur a donné des résultats fort différens. Suivant le premier, la silice et la magnésie en forment chacune le huitième du poids, l'alumine plus des deux tiers, et le fer un vingtième. M. Struve y annonce au contraire moitié de silice, un tiers d'alumine, un vingtième de magnésie, et autant de chaux et de fer.

47. La *trémolithe*, ou pierre du Mont-Trémola, est bien caractérisée par sa pesanteur spécifique entre 2,9 et 3,2, sa dureté telle qu'elle raye le verre, sa cassure ondulée, la rigidité et la rudesse de sa poussière dont le frottement déchire et

irrite la peau, la phosphorescence blanche rougeâtre qu'elle montre par la percussion dans l'obscurité, enfin par sa forme primitive qui offre un prisme oblique quadrangulaire dont les pans font entre eux des angles d'environ 27 degrés. Les coupes parallèles à ses pans sont très-nettes. La forme de ses molécules intégrantes est la même. Il y en a plusieurs variétés dans la figure cristalline, et une fibreuse. Cette pierre est encore peu connue. Suivant M. Klaproth, elle contient plus des $\frac{2}{5}$ de son poids de silice, près d'un cinquième de chaux, un dixième de magnésie, un vingtième d'eau et d'acide carbonique.

48. La *leucolithe*. Ce nom qui signifie simplement pierre blanche, a été donné à une espèce qu'on avait rangée parmi les schorls. C'était le *schorl blanc prismatique* d'Altenberg en Saxe, de Romé-de-Lille. Sa pesanteur spécifique est de 3,5145. Elle raye légèrement le quartz. Sa cassure presque terne paraît à sa coupe inégale et un peu écailleuse. Sa forme primitive, qui n'est encore que présumée, paraît être le prisme hexaëdre régulier, et celle de sa molécule intégrante, un prisme triangulaire équilatéral. M. Wiegleb y a trouvé partie égale de silice et d'alumine. Elle ne se fond point au chalumeau.

49. La *Dipyre*. C'est le nom que le citoyen Haüy donne à une pierre trouvée en 1786 par les citoyens Lelièvre et Gillet, près de Maulléon. Elle est en faisceaux de prismes minces d'un rouge léger de lilas. Sa pesanteur spécifique est de 2,6305. Elle raye le verre; sa cassure est ondulée et brillante. Sa poussière jetée sur un charbon ardent luit légèrement dans l'obscurité. Comme la leucolithe, elle a pour forme primitive le prisme hexaèdre régulier, et pour celle de sa molécule intégrante, le prisme triangulaire équilatéral. On ne doit cependant pas la confondre avec cette dernière, puisqu'elle est très-fusible au chalumeau, et puisqu'elle a une autre composition. Le citoyen Vauquelin y a trouvé beaucoup de silice, de l'alumine, un peu de chaux, et de l'oxide de manganèse comme partie colorante.

50. *L'asbeste*. Le nom déja ancien d'asbeste, qui signifie *inex-*

tinguible, quoiqu'on ait pris ce mot pour celui d'*incombustible*; appartient à une pierre dont le tissu le plus souvent fibreux la rapproche de celui des toiles ou des fibres végétales. On confond cette substance avec l'amiante. Ce composé terreux a une pesanteur spécifique très-variable et qui paraît s'étendre depuis 2,7958 jusqu'à 0,6806; ce qui dépend de l'extrême différence du rapprochement ou de l'écartement de ses filets. Sa dureté est également très-variable; quelquefois elle est assez grande pour rayer le verre; dans quelques variétés elle a au contraire la mollesse du coton. Sa poussière est toujours douce au toucher. Sa structure présente des filamens tantôt flexibles, tantôt cassans, réunis longitudinalement par faisceaux, ou entrelacés en imitant des espèces de membranes.

Ces différences déterminent les principales variétés qu'on y distingue; l'asbeste *flexible*; l'asbeste *dur*; l'asbeste *fibreux*; l'asbeste *entrelacé*, *subériforme*, *coriacé*, etc.

Bergman, en annonçant plus de moitié de silice dans cette pierre, y a trouvé près d'un cinquiéme de magnésie, peu d'alumine, plus d'un dixième de sulfate de barite et de chaux. M. Wiegleb dit en avoir retiré plus de magnésie que de silice; et plusieurs lithologistes modernes ont rangé cette pierre parmi les magnésiennes.

On faisait autrefois beaucoup d'usage de la variété d'asbeste nommé amiante mûre, pour en fabriquer une espèce de fil ou de toile incombustible qu'on employait sur-tout pour les mêches des lampes sépulcrales, et pour recueillir les cendres des corps qu'on brûlait, etc.

51. Le *talc*. Quoique ce nom ait été souvent synonyme de mica en minéralogie, il est adopté par les modernes pour désigner une substance pierreuse qui en diffère spécialement par une onctuosité sensible au toucher, et par l'électricité vitrée qu'elle communique par le frottement à la cire d'Espagne, tandis que le mica lui donne l'électrité résineuse. Le citoyen Haüy compte quatre variétés de cette pierre;

savoir, le talc *laminaire* ou le talc *de Venise;* le talc *feuilleté* ou craie de Briançon; le talc *compact* comme la pierre de lard; ces trois premières donnent à la cire d'Espagne l'électricité positive ou vitrée. La quatrième variété ou le talc *stéatite* lui communique l'électricité négative ou résineuse par le frottement.

Les caractères de cette pierre sont une pesanteur spécifique entre 3,5834 et 2,9902; un tissu facile à racler avec le couteau, une surface douce et grasse, la forme primitive de prisme droit rhomboïdal, dont les bases ont leurs angles de 120d et 60d; et dans lequel les coupes parallèles à ces bases sont faciles à obtenir. Sa molécule intégrante est de la même forme.

M. Kirwan a trouvé dans cette pierre presque autant de magnésie que de silice et seulement un vingtième d'alumine. Parmi les variétés assez nombreuses de talc, on ne range point les stéatites mélangées, les serpentines et les pierres ollaires.

La douceur du tissu des talcs, la finesse de leur poussière, leur facile suspension dans l'eau qu'ils absorbent avec force, la dureté qu'ils contractent par l'action d'un feu modéré, les rend utiles à un grand nombre d'arts ou de besoins de la vie.

52. La *chlorite.* Ce nom, qui veut dire substance verte, est improprement donné à une pierre qui n'est pas toujours de cette couleur, et qu'on regardait autrefois comme une stéatite ou un talc. Cette pierre brillante, comme nacrée, onctueuse sous le doigt, a, lorsqu'elle est solide, une pesanteur spécifique de 3,0966; une dureté si faible qu'elle ne raye jamais le verre; elle est même le plus souvent pliante ou friable. Elle n'a pas de forme cristalline et prend seulement celle de lames. On en distingue deux variétés; l'une d'un blanc nacré et argenté, l'autre d'un vert sombre. Cette dernière est souvent disséminée entre les couches de l'intérieur des cristaux de quartz.

M. Hoepfner et le citoyen Vauquelin ont analysé chacun la chlorite; il y a assez de différence dans leurs résultats pour faire

penser que ce n'est pas la même pierre que chacun a examinée. Le premier y a trouvé près de la moitié de magnésie, tandis que le second n'y en a pas trouvé un dixième; l'un y indique de la chaux que l'autre n'y a pas rencontrée; la proportion de fer et d'alumine annoncée par chacun diffère essentiellement. Le citoyen Vauquelin y annonce 0,43 d'oxide de fer, ce qui range cette substance presque parmi les mines; et M. Hoepfner le compte pour un peu plus d'un dixième seulement. Le citoyen Vauquelin y trouve un muriate alcalin et de l'eau en petite quantité; M. Hoepfner ne fait mention ni de l'une ni de l'autre de ces substances.

53. La *macle* : ce mot macle signifie lozange ou rhombe évidé parallèlement à ses bords; il désigne une pierre très-singulière en prismes quadrangulaires dont les pans sont inclinés de 95 d. et de 85, présentant dans leurs fractures des indices de lames parallèles aux pans et d'autres dans deux sens différens. La coupe transversale de ces prismes offre un rhombe noirâtre inscrit dans un autre de couleur blanchâtre avec quatre autres rhombes noirs plus petits situés aux angles du rhombe blanchâtre et liés à celui du centre par des lignes de la même couleur. Cette apparence représente une espèce de croix; quelquefois les lignes de jonction entre les rhombes se ramifient en d'autres lignes parallèles aux bords.

La partie blanchâtre de cette pierre ressemble aux stéatites compactes; la partie noire diminue ordinairement d'épaisseur, d'une extrémité du prisme vers l'autre, ensorte que commençant par occuper toute sa largeur, elle se termine par un simple filet. Quelquefois aussi il n'y a que les prismes noirs sans matière blanche, et dans quelques uns il n'y a à leur surface qu'une pellicule blanchâtre qu'on ne rend sensible qu'en la mouillant.

La matière du prisme a une pesanteur égale à 2,9444; celle qui lui sert d'enveloppe ne pèse que 2,7674. La macle est assez dure pour rayer le verre; sa cassure est à grain fin

et serré ; sa poussière douce au toucher. On n'en a point fait l'analyse et on n'en connaît point encore les propriétés chimiques.

54. L'*argile* : le citoyen Haüy ne regarde comme argile que la terre où l'alumine surabonde, et ce n'est que le *kaolin* qu'il range dans cette espèce. Les argiles communes et colorées, les schistes, les cornéenes, les traps, les marnes, les bols, les terres à foulon appartiennent à des mélanges ; il les place, ainsi que les grès, les granits, les porphires et toutes les roches en général, dans l'appendice de sa méthode. Les caractères de l'argile dont il est question ici sont très-prononcés et très-faciles à saisir. Elle est opaque, terreuse, friable, douce, onctueuse et comme savonneuse sous le doigt, adhérente à la langue, faisant pâte avec l'eau, infusible au feu, s'y durcissant par la cuisson et donnant par une longue macération dans l'acide sulfurique un sulfate acide d'alumine qui devient facilement de l'alun par l'addition d'un peu de potasse ou d'ammoniaque. Elle est d'un grand usage pour la porcelaine.

55. Ces quarante-cinq substances pierreuses sont les types des combinaisons terreuses connues jusqu'ici, et forment autant d'espèces distinctes qu'on doit regarder comme une série d'unités bien détachées les unes des autres. Quoiqu'on puisse ramener toutes les productions pierreuses à ces unités, il arrive souvent que la nature les présente dans un mélange tel qu'on ne peut plus y reconnaître la substance qui en fait le type, sur-tout lorsque ce mélange a lieu dans des proportions variables. La méthode ne peut plus s'occuper de ces assemblages, dont les composans primitifs sont compris dans les premières distinctions, que sous la forme d'appendices. C'est ce qu'a fait le citoyen Haüy pour toutes les pierres mélangées ou les roches que le géologiste étudie, parce qu'elles forment la masse des montagnes et du globe tout entier. Ces pierres mélangées peuvent être divisées en trois ordres. Le

premier appartient aux aggrégats formés de la réunion de substances contemporaines qui ont été cristallisées à la fois dans la même dissolution ; ce sont les roches composant les terrains primitifs.

Le second ordre renferme les aggrégats pierreux d'une origine plus récente, formés par sédiment et dessèchement, comme les marnes, les schistes ; ceux-ci comprennent souvent des composés acidifères ou des sels terreux dont il sera question dans la section suivante.

Enfin dans le troisième ordre viennent se ranger les agrégats formés par la réunion du débris des substances pierreuses anciennes collées par un ciment, tels que les pouddings, les brèches et les grès.

56. Pour faire connaître et disposer méthodiquement ces pierres mélangées ou aggrégées, dont la nature, la proportion, la position respective ou le gissement conduisent le géologiste à déterminer l'antiquité, la formation et les révolutions des terrains qu'elles composent, le citoyen Haüy adopte une nomenclature qui indique ce que l'œil peut appercevoir dans chaque morceau, en désignant par un nom générique le principe pierreux qui y domine le plus, en ajoutant quelquefois les noms de ceux qui accompagnent ce premier principe, et une autre expression qui énonce la manière respective d'être de ces matériaux, comme *feuilleté*, *amygdaloïde*. Ces dénominations méthodiques, provenant des noms primitifs et bien préférables à ceux de *granit*, de *serpentin*, de *porphyre*, de *gneiss*, sont destinés à indiquer sans équivoque les grouppes des véritables espèces qui par leur aggrégation forment les pierres mélangées. Il en est de même des produits volcaniques dont l'exposition et la classification constituent dans la minéralogie française un second appendice.

§. V.

Des procédés généraux ou de la méthode d'analyse employée par les chimistes modernes pour connaître la composition des pierres.

1. La première opération consiste à réduire la pierre que l'on veut analyser en molécules aussi fines qu'il est possible. Pour cela on la broye avec de l'eau dans un mortier d'agathe et mieux encore de silex. Quand l'eau devient laiteuse, on décante et on en ajoute de nouvelle que l'on décante encore; ainsi de suite jusqu'à ce qu'il ne reste plus rien dans le mortier. Toutes les eaux décantées doivent être mises dans un vase bien propre pour laisser déposer les molécules pierreuses quelles tiennent en suspension. Lorsque les eaux sont devenues bien limpides, on les tire à clair, et l'on fait bien sécher la poudre qui se trouve au fond du vase.

On prend cent parties de cette poudre que l'on met dans un creuset d'argent pur avec trois fois autant de potasse caustique sèche, préparée à l'alcool; on chauffe et l'on ménage le degré de chaleur tellement que le creuset rougisse et ne fonde pas.

Après avoir tenu le creuset pendant une demie heure ou trois quarts d'heure au feu, on le laisse refroidir et quand il est bien nettoyé en dehors on le met dans une capsule de verre ou de porcelaine; on le remplit d'eau pour délayer la matière qu'il contient.

2. Toute la masse fondue étant délayée dans une suffisante quantité d'eau et placée dans la capsule, on y verse de l'acide muriatique qui précipite d'abord la silice et l'alumine, mais qui ajouté en plus grande quantité redissout ces deux terres ainsi que celles qui sont insolubles dans l'alcali, et par conséquent non dissoutes dans l'eau; il ne reste au fond

de la liqueur que les parties de la pierre qui n'ont point été attaquées par l'alcali. Ces dernières doivent être retraitées de la même manière jusqu'à ce que tout soit dissous par l'acide muriatique.

Alors on fait évaporer la dissolution jusqu'à siccité, on ajoute un peu d'acide muriatique pour remplacer celui que l'alumine aurait pu laisser échapper et l'on dissout le produit de cette évaporation dans l'eau distillée. Après avoir été chauffée ainsi, la silice devient indissoluble dans les acides, et elle reste au fond de la liqueur; on la recueille sur le filtre; on la fait rougir dans un creuset d'argent, pour dégager l'eau qu'elle retient avec opiniâtreté, et on la pèse.

3. On précipite ensuite toutes les terres qui ont été dissoutes par l'acide muriatique à l'aide d'un carbonate alcalin, par exemple celui qui est obtenu de la combustion du tartre par le nitre.

Après avoir bien lavé et séché le précipité, on le traite avec une légère dissolution de potasse caustique préparée à l'alcool. L'alumine est dissoute et après avoir séparé les autres substances pulvérulentes terreuses par le filtre, on sature la dissolution alcaline avec un acide dont on ajoute une assez grande quantité pour redissoudre l'alumine. On la précipite de nouveau avec un carbonate alcalin tel que celui qu'on vient de citer. On lave le précipité, on le fait sécher au rouge et on le pèse. On a ainsi la quantité d'alumine.

4. On traite avec l'acide muriatique les autres substances terreuses qui n'ont point été attaquées par l'alcali caustique. Quand tout est dissous, on précipite la chaux, la magnésie et l'oxide de fer, s'il y en a, avec une dissolution de potasse caustique préparée à l'alcool. On sépare le précipité; on précipite par l'acide sulfurique le muriate de barite qui peut rester dans la liqueur, et qui n'a pas pu être décomposé par la potasse; on fait sécher le nouveau précipité formé, et son poids indique celui de la barite, les proportions du sulfate de barite étant connues, comme on le dira ailleurs.

La séparation de la chaux et de la magnésie est fort difficile et n'est peut être jamais parfaite. Pour en approcher le plus possible, on redissout dans l'acide muriatique le précipité formé par la dissolution alcaline, et l'on évapore cette dissolution muriatique jusqu'à consistance de sirop. On précipite alors la chaux avec l'acide sulfurique concentré ; il est à propos de ne pas trop laver le précipité dans cette circonstance, parce que le sulfate de chaux est dissoluble dans cinq cent fois son poids d'eau. Le précipité lavé et séché indique celui de la chaux.

La magnésie peut être précipitée par un alcali caustique ou par un carbonate alcalin qui ne soit pas trop saturé d'acide parce que le carbonate magnésien resterait en dissolution. Dans le premier cas, on obtiendra la magnésie pure ; dans le second, ce sera du carbonate de magnésie.

5. S'il y existait du fer, ce qui est toujours probable, il faudrait le précipiter de la dissolution précédente avant de s'occuper de la magnésie ; il se présente pour cela deux moyens aussi bons l'un que l'autre. On peut d'abord précipiter le fer avec un prussiate alcalin, sel dont il sera parlé dans la section des matières animales, et précipiter ensuite la magnésie avec un alcali, ou bien se servir d'un alcali parfaitement saturé d'acide carbonique. Le carbonate de fer se précipitera ; et après l'avoir lavé, séché et pesé, on connaîtra facilement le poids du fer. On fera bouillir ensuite la dissolution qui laissera précipiter le carbonate de magnésie à mesure que l'acide carbonique qui le dissolvait se dégagera.

6. La zircone ne s'est présentée jusqu'à présent que combinée avec la silice et un peu d'oxide de fer dans le jargon et les hyacinthes ; la méthode qui a été employée avec succès pour séparer ces trois substances et pour déterminer les rapports est la suivante. On pulvérise ces pierres avec soin ; on les fait chauffer dans un creuset d'argent ou de platine avec quatre fois leur poids de potasse caustique sèche, jusqu'à ce

que le tout soit bien rouge et en fonte pâteuse dans toutes ses parties. On délaye la matière dans une suffisante quantité d'eau, et on la dissout ensuite dans l'acide muriatique. Si l'opération a été bien faite, il ne restera rien d'indissous. Alors on fait évaporer la dissolution à une chaleur douce jusqu'à ce qu'elle ait pris la consistance d'une pâte molle; on délaye cette pâte dans l'eau; et par ce moyen le muriate de zircone se dissout, et la silice reste au fond sous la forme d'une poussière blanche, grenue, dont on prend le poids après l'avoir lavée et rougie.

Pour avoir ensuite la zircone pure, on fait évaporer de nouveau la dissolution jusqu'à siccité, afin que si l'acide muriatique avait retenu quelques portions de silice, il les laissât échapper par cette nouvelle évaporation. Lorsqu'il a déposé cette silice, on étend d'eau la matière; on filtre et l'on précipite la zircone par un alcali caustique : après l'avoir lavée et séchée, on en prend le poids.

7. Il n'y a point encore de moyen bien certain et bien exact pour séparer la zircone de l'oxide de fer : celui qui paraît le moins inexact, c'est de faire rougir fortement la combinaison de ces deux corps, de la pulvériser ensuite très-finement, et la faire macérer pendant quelques jours avec de l'acide muriatique; par ce moyen, on enlève la presque totalité du fer sans dissoudre sensiblement la zircone. Mais si l'on voulait ensuite combiner cette terre avec les acides pour en former des sels, il faudrait la traiter de nouveau avec trois ou quatre parties d'alcali caustique dans un creuset d'argent, et agir comme on l'a fait pour le jargon ou les hyacinthes. Si la zircone se trouvait quelque jour combinée en même temps à la silice, à l'alumine et à la chaux, on la séparerait toujours facilement en redissolvant l'alumine dans l'alcali caustique, et précipitant ensuite la zircone par l'ammoniaque qui ne sépare point la chaux, etc.

8. La glucine s'est offerte pour la première fois unie en

même temps à la silice, à l'alumine, à la chaux, à l'oxide de fer ou à l'oxide de chrôme. Les procédés pour fondre et séparer la silice sont les mêmes que pour toutes les autres pierres qui contiennent cette substance : on précipite ensuite la dissolution muriatique d'alumine, de glucine et d'oxide de fer ou de chrôme, avec un carbonate alcalin ordinaire ; et, après avoir lavé le dépôt, on le dissout dans l'acide sulfurique ; on y ajoute une petite quantité de sulfure de potasse, et on fait évaporer. Lorsqu'on a tiré, par une suite d'évaporations et de cristallisations successives, toute la quantité d'alun octaèdre que la liqueur peut donner, on étend d'eau l'eau-mère, et on y mêle une dissolution de carbonate d'ammoniaque jusqu'à ce qu'il y en ait un excès sensible au goût et à l'odorat. Par ce moyen la glucine se dissout entièrement, et le peu d'alumine qui pouvait encore s'y trouver mêlée reste au fond avec l'oxide de fer ou de chrôme. On retire ensuite la glucine en faisant bouillir pendant quelque temps sa dissolution par le carbonate d'ammoniaque ; elle s'en précipite sous la forme d'une poudre blanche, grenue ; et on la débarasse facilement de son acide carbonique en la faisant rougir légèrement dans un creuset d'argent. On a ensuite l'oxide de chrôme ou de fer à part, en traitant la matière, précipitée par le carbonate d'ammoniaque, avec la potasse caustique ; l'alumine se dissout, et l'un et l'autre de ces oxides reste pur.

9. Lorsque le déficit qu'on trouve dans l'analyse d'une pierre, faite par les moyens ordinaires, donne lieu de soupçonner qu'elle contient de la potasse, il faut la traiter par les acides, après l'avoir réduite en poudre très-subtile. L'acide sulfurique paraît être celui qui convient le mieux pour cette opération, comme le plus fixe et le plus fort ; on en emploie ordinairement dix à douze fois le poids de la pierre, sur-tout si elle est très-dure. On le fait bouillir dessus pendant douze heures dans un matras à long col, et mieux encore dans un creuset de

platine ; on met ensuite le mélange dans une capsule de porcelaine, où on le fait évaporer jusqu'à siccité parfaite ; ensuite on délaye la masse dans l'eau bouillante, et on la lave jusqu'à ce qu'elle n'ait plus de saveur ; on précipite tous les lavages réunis par l'ammoniaque. Si l'acide dissout de l'alumine et du fer, ils se précipitent ; on filtre, on fait évaporer la dissolution à siccité ; on redissout dans l'eau et on filtre, s'il s'est déposé quelque chose qui ne pourrait être du sulfate de chaux. On fait encore évaporer la liqueur ; et lorsqu'elle est réduite à siccité, on prend le sel qui reste, et on le fait rougir dans un creuset de platine jusqu'à ce qu'il ne s'en dégage plus de fumée blanche. Il reste quelque chose dans le creuset ; c'est du sulfate de potasse qu'on reconnaît aisément par les caractères qui seront bientôt indiqués. Si la seconde existait dans quelques composés pierreux, on la trouverait par le même procédé, et on la reconnaîtrait au sel très-différent du précédent, qu'elle formerait avec l'acide sulfurique.

10. Si les oxides de fer, de manganèse et de chrôme se rencontraient quelque jour ensemble dans une pierre, on les séparerait tous trois à la fois des terres, comme il a été dit plus haut, et ensuite on les traiterait comme il suit. On commencerait par les chauffer dans un creuset ; on les ferait ensuite bouillir avec l'acide acéteux : celui-ci dissoudrait le manganèse et le chrôme ; le fer resterait sans se dissoudre ; et s'il s'en était dissous quelques parties, elles se précipiteraient par l'évaporation. On précipiterait le chrôme et le manganèse avec un carbonate alcalin ; on chaufferait le précipité dans un vaisseau ouvert pour oxider le manganèse, et on le ferait bouillir ensuite avec l'acide nitrique faible. L'oxide de chrôme se dissoudrait, et celui de manganèse ne se dissoudrait pas.

11. Les substances qui ont été indiquées comme se trouvant dans les pierres peuvent former, comme on le conçoit, un nombre infini de combinaisons diverses ; mais on par-

viendra toujours à les séparer, en se rappelant bien les propriétés qui caractérisent chacune d'elles ; il serait inutile d'entrer ici dans de plus grands détails à cet égard. On trouvera d'ailleurs dans la section suivante, où l'on traite en détail des propriétés des substances salines, beaucoup d'autres procédés pour reconnaître et obtenir isolées chacune des matières terreuses, et en particulier la strontiane dont il n'a point été parlé, parce qu'elle ne s'est point encore rencontrée dans les composés purement pierreux, mais seulement dans des combinaisons acidifères ou salines. On se contentera de faire observer ici que si, par hasard, un de ses composés salins pouvait se trouver faire partie d'une pierre, sur-tout avec un autre composé analogue à la base de barite qui a coutume d'accompagner assez souvent ceux de strontiane, on déterminerait la présence, la nature et même la proportion de cette dernière en faisant bouillir la matière pierreuse pulvérisée avec trois fois son poids d'un carbonate alcalin en dissolution. En traitant le résidu pulvérulent, et qui contiendrait du carbonate de strontiane, avec l'acide muriatique, et le muriate de strontiane qui proviendrait de ce traitement, dissous d'abord dans l'eau, évaporé ensuite à siccité, par cinq à six fois son poids d'alcool, cette dernière dissolution refroidie, contiendrait le muriate de strontiane, brûlerait avec une flamme purpurine, et pourrait être précipitée par un carbonate alcalin bien pur pour donner la proportion de sa terre.

§. V I.

TABLEAU des analyses des pierres, faites par différens chimistes.

I. *Quartz.*

Par BERGMAN.

Silice	93
Alumine	6
Chaux	1

II. *Silex.*

Pierre à fusil d'un gris noir. — Par M. KLAPROTH.

Silice	98
Chaux	0,50
Alumine	0,25
Oxide de fer	0,25
Parties volatiles	1

Opale. — Par M. KLAPROTH.

Silice	90
Eau	10

Calcédoine de Féroë. — Par BERGMAN.

Silice	84
Alumine	16

La même. — Par M. BINDHEIM.

Silice	83
Chaux	11
Alumine	2
Fer	2

Hydrophane. — Par M. WIEGLEB.

Silice	83
Alumine	5
Fer	0,5
Eau	5

Hydrophane. — Par M. KLAPROTH.

Silice	93,125
Alumine	1,625
Parties volatiles et d'eau	5,250

Pechstein. — Par M. GMELIN.

Silice	90
Alumine	7
Fer	3

Silex. — Par M. WIEGLEB.

Silice	80
Alumine	13
Chaux	02

Silex. — Par le citoyen VAUQUELIN.

Silice	97
Alumine et oxide de fer	1
Perte	2

III. *Zircon.*

Par M. KLAPROTH.

Zircone	69
Silice	26,50
Oxide de fer	0,50
Perte	4

Par M. WIEGLEB.

Silice	87,50
Magnésie	3,30
Chaux	2,67
Oxide de fer	2,50
Perte	4

Hyacinthe. — Par M. KLAPROTH.

Zircone	70
Silice	25
Oxide de fer	0,50
Perte	4,50

Hyacinthe. — Par le citoyen VAUQUELIN.

Zircone	64,5
Silice	32
Oxide de fer	2
Perte	1,5

Hyacinthe. — Par BERGMAN.

Alumine	40
Silice	25
Chaux	20
Oxide de fer	13
Perte	2

Hyacinthe d'Expailli. — Par le citoyen VAUQUELIN.

Zircone	66
Silice	31
Fer	2
Perte	1

IV. *Télésie bleue.*

Par M. KLAPROTH.

Alumine	98,50
Oxide de fer	1
Chaux	0,50

Par BERGMAN.

Silice	35
Alumine	58
Chaux	5
Fer	2

V. *Cymophane.*

Par M. KLAPROTH.

Alumine	71,50
Chaux	6
Oxide de fer	1,50
Silice	1
Perte	3

VI. *Rubis.*

Par M. KLAPROTH.

Alumine	74,50
Silice	15,50
Magnésie	8,25
Oxide de fer	1,50
Chaux	0,75

Par le citoyen VAUQUELIN.

Alumine	82,47
Magnésie	8,73
Acide chrômique	6,18
Perte	2,57

VII. *Topase de Saxe.*

Par le citoyen VAUQUELIN.

Silice.	31
Alumine	68
Perte.	1

Par BERGMAN.

Alumine.	46
Silice..	39
Chaux	8
Fer.	6

Par M. WIEGLEB.

Alumine	44
Silice.	52
Chaux.	3
Fer.	1

VIII. *Émeraude.*

Par le citoyen VAUQUELIN.

Silice	64,50
Alumine.	15
Glucine.	14
Oxide de chrôme	4,25
Chaux	1,60
Matières volatiles	1

Par BERGMAN.

Alumine.	60
Silice	24
Chaux.	8
Fer.	6

Par M. KLAPROTH.

Silice	66,25
Alumine	31,25
Oxide de fer	0,50

IX. *Béril.*

Par le citoyen VAUQUELIN.

Silice	69
Glucine	16
Alumine	13
Oxide de fer	1
Chaux	0,5

Par M. BINDHEIM.

Silice	64
Alumine	27
Chaux	8
Fer	2

X. *Euclase.*

Elle n'a pas encore été analysée.

XI. *Grenat.*

Par M. KLAPROTH.

Silice	40
Alumine	28,50
Oxide de fer	16,50
Magnésie	10
Chaux	3,25
Oxide de manganèse	0,25

Par M. ACHARD.

Silice	48
Alumine	30
Chaux	11
Fer	10

Par M. WIEGLEB.

Silice	36
Chaux	30
Fer	28

XII. *Leucite.*

Par M. KLAPROTH.

Silice	54
Alumine	25
Potasse	22

Par BERGMAN.

Silice	55
Alumine	39
Chaux	9

Par le citoyen VAUQUELIN.

Silice	53
Alumine	18
Oxide de fer	6
Chaux	2
Potasse	18

XIII. *Idocrase.*

Non encore analysée.

XIV. *Feld-spath.*

Par M. MORELL.

Silice	62
Alumine	19
Magnésie	5
Sulfate de chaux	10
Eau	2

Par M. WESTRUMB.

Silice	62
Alumine	18
Chaux	6
Magnésie	6
Sulfate de barite	2
Eau	2
Fer	1
Perte	3

Par M. SCOPOLI.

Silice	63
Alumine	17
Magnésie	6
Chaux	2
Fer	7
Eau et perte	5

Par le citoyen FABRONI.

Silice	55
Alumine	36
Barite	2
Magnésie	4
Fer	5

Feld-spath. — Par M. MAYER.

Silice	74
Alumine	24
Chaux	01
Fer	01

Vert de Sibérie. — Par le citoyen VAUQUELIN.

Silice	62,83
Alumine	17,0
Chaux	3,0
Oxide de fer	1,0
Potasse	16,0
Perte	0,15

XV. *Pétrosilex.*

Par M. KIRWAN.

Silice	72
Alumine	22
Chaux	6

XVI. *Corindon.*

Par M. KLAPROTH.

Alumine	84
Oxide de fer	7,50
Silice	6,50

XVII. *Céylanite.*

Par le citoyen DESCOTILS.

Silice	2
Alumine	68
Magnésie	12
Oxide de fer	16
Perte	2

XVIII. *Axinite.*

Par M. KLAPROTH.

Silice	52,7
Alumine	25,6
Chaux	9,4
Oxide de fer et de manganèse	9,6

XIX. *Tourmaline.*

Par BERGMAN.

Silice	34
Alumine	54
Chaux	11
Fer	05

Tourm. de Ceylan. — Par le citoyen VAUQUELIN.

Silice	40
Alumine	39
Chaux	4
Oxide de manganèse	2,5
— de fer	12,0
Perte	2,5

XX. *Amphibole.*

Par M. KIRWAN.

Silice	37
Alumine	22
Chaux	2
Magnésie	16
Fer	23

Par M. HEYER.

Silice	52
Alumine	23
Magnésie	6
Chaux	7
Fer	17

XXI. *Actinote.*

Non analysée.

XXII. *Pyroxène.*

Par le citoyen VAUQUELIN.

Silice	52,00
Chaux	13,20
Alumine	3,33
Magnésie	10,00
Oxide de fer	14,66
Manganèse	2,00
Perte	4,81

Par BERGMAN.

Silice	58
Alumine	27
Chaux	4
Magnésie	1
Fer	9

XXIII. *Staurotide.*

Par M. HEYER.

Silice	44
Barite	24
Alumine	20
Perte	12

Du Saint-Gothard. — Par le citoyen VAUQUELIN.

Alumine	47,06
Silice	30,59
Oxide de fer	15,30
Chaux	3,00
Perte	4,05

De Bretagne. — Par le citoyen DESCOTILS.

Silice	48
Alumine	27
Oxide de fer	9,5
Chaux	1,0
Oxide de manganèse	0,5

XXIV. *Thallite.*

Par BERGMAN.

Silice	64
Alumine	3
Carbonate de magnésie	20
Chaux	9
Fer	4

Par le citoyen DESCOTILS.

Silice	37
Alumine	27
Chaux	14
Oxide de fer	17
— de manganèse	1,5
Perte	3,5

XXV. *Smaragdite.*

Par le citoyen VAUQUELIN.

Silice	50
Chaux	13
Alumine	11
Magnésie	6
Oxide de fer	5,5
— de chrôme	7,5
— de cuivre	1,5
Perte	4,5

XXVI. *Oisanite.*

Elle n'a pas été analysée.

XXVII. *Dioptase.*

Non encore analysée, soupçonnée mine de cuivre, d'après quelques essais du citoyen Vauquelin.

XXVIII. *Lazulite.*

Par MARGRAFF.

Silice	
Chaux	
Sulfate de chaux	
Fer	

Par M. KLAPROTH.

Silice	46
Alumine	14,5
Carbonate de chaux	28
Sulfate de chaux	6,5
Oxide de fer	3
Eau	2

XXIX. *Zéolithe.*

Par BERGMAN.

Silice	60
Alumine	18
Chaux	18
Eau	4

Par PELLETIER.

Silice	50
Alumine	20
Chaux	3
Eau	22

Par MEYER.

Silice	58
Alumine	18
Chaux	6
Eau	17

Par M. KLAPROTH.

Silice	44
Alumine	30
Chaux	18
Fer	5
Eau et air	2

XXX. *Stilbite.*

Par le citoyen VAUQUELIN.

Silice	52
Alumine	17,5

Chaux	9
Eau	18,5
Perte	3

XXXI. *Prehnite.*

Par M. KLAPROTH.

Silice	44
Alumine	30
Chaux	18
Fer	5
Eau et air	2

Par le citoyen HASSENFRATZ.

Silice	43,83
Alumine	30,33
Chaux	18,33
Fer	5,66
Eau	1,83

XXXII. *Chabasie.*

On n'a point encore fait l'analyse de cette pierre.

XXXIII. *Analcime.*

On n'en a point fait l'analyse.

XXXIV. *Sommite.*

Par le citoyen VAUQUELIN.

Silice	46
Alumine	49
Chaux	2
Oxide de fer	1
Perte	2

XXXV. *Andréolite.*

Par M. KLAPROTH.

Silice	49
Barite	18
Alumine	16
Eau	15

XXXVI. *Péridot.*

Par le citoyen VAUQUELIN.

Magnésie	51,5
Silice	38
Oxide de fer	9,5
Perte	2

XXXVII. *Mica.*

Par le citoyen VAUQUELIN.

Silice	50
Alumine	35
Oxide de fer	7
Chaux	1,33
Magnésie	1,35
Perte	5,32

XXXVIII. *Cyanite.*

Par SAUSSURE.

Silice	13
Alumine	67
Magnésie	13
Fer	5

Par M. STRUVE.

Silice	51
Alumine	30
Magnésie	5
Chaux	4
Fer	5
Eau et perte	6

XXXIX. *Trémolite.*

Par M. KLAPROTH.

Silice	65
Chaux	58
Magnésie	0,5
Oxide de fer	0,5
Eau et acide carbonique	06

XL. *Leucolithe.*

Par M. WIEGLEB.

Silice	50
Alumine	50

XLI. *Dipyre.*

Par le citoyen VAUQUELIN.

Silice	60
Alumine	24
Chaux	10
Eeau	2
Perte	4

XLII. *Asbeste.*

Par BERGMAN.

Sulfate de barite	6
Chaux	6,9
Magnésie	18,6
Argile	3,3
Silice	64
Oxide de fer	1,2

Par M. WIEGLEB.

Magnésie	48,45
Silice	46,66
Fer	4,79

XLIII. *Talc.*

Par M. KIRWAN.

Silice	50
Alumine	5
Magnésie	45

XLIV. *Chlorite.*

Par le citoyen VAUQUELIN.

Silice	26
Alumine	18,5
Magnésie	8
Oxide de fer	43
Muriate de soude ou potasse	2
Eau	2

Par M. HOEPFNER.

Magnésie	43,7
Silice	37,5
Chaux	6,2
Alumine	4,1
Fer	12,8

XLV. *Macle.*

On n'en a point fait l'analyse.

XLVI. *Argile.*

Son analyse varie, parce que c'est la pierre ou la terre la plus susceptible de mélange; elle se rapproche le plus des pierres entièrement ou complétement mélangées.

Fin du second volume.

TABLE DES MATIÈRES

DU SECOND VOLUME.

TROISIÈME SECTION.

Des corps brûlés oxides ou acides.

QUATRIÈME SECTION.

Bases salifiables, terreuses et alcalines.

Fin de la table du second volume.

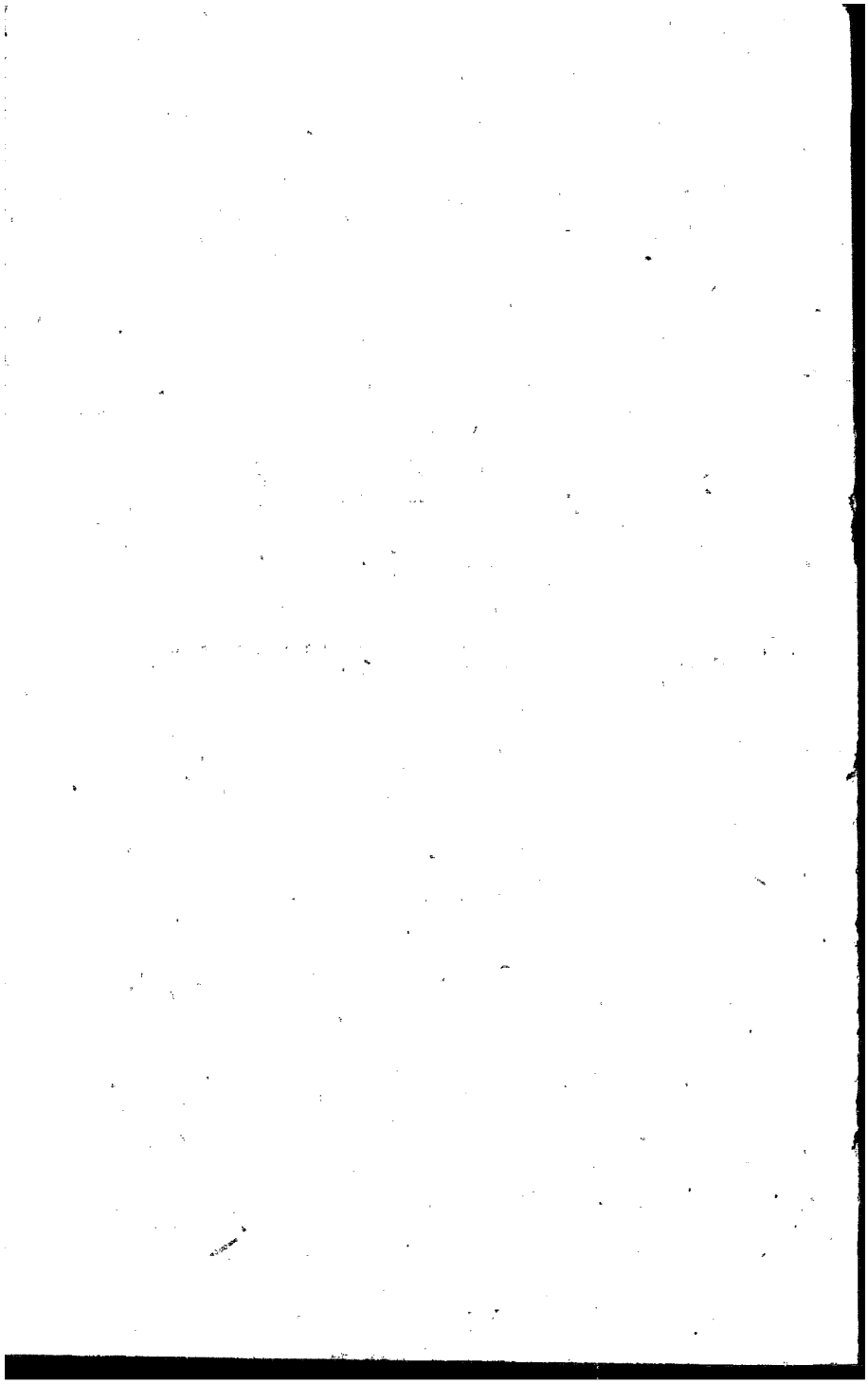
ERRATA.

Page 9, ligne 27. à soixante, *lisez* sous un angle de soixante.
11. —— 18. soixante, *lisez* soixante-quinze.
22. —— 25. il se fond, *lisez* il se forme.
34. —— 31. d'eau, *lisez* d'air.
61. —— 6. modifie, *lisez* solidifie.
63. —— 18. brûlés, *lisez* débrûlés.
88. —— 7. *après* nitrique, *ajoutez* désacidifié.
89. —— 18. l'acide, *lisez* l'oxide.
99. —— 34. *après* atmosphérique, *ajoutez* quelques-uns sont déliquescens.
116. —— 22. oxigénés, *lisez* suroxigénés.
139. —— 31. des simples, *lisez* des plus simples.
150. —— 7. par les, *lisez* pour les.
174. —— 21. étouffant, *lisez* chauffant.
180. —— 31. de leurs, *lisez* dans leurs.
190. —— 20. qu'une, *lisez* une.
Id. —— 20 et 21. *retranchez* étant exposée à l'air.
215. —— 25. fourmillent, *lisez* fournissent.
232. —— 22. troisième, *lisez* cinquième.
247. —— 8. satinée, *lisez* saturée.
250. —— 7. avec eux, *lisez* avec elle.
254. —— 23. gaz, *lisez* cas.
262. —— 4. il est utile, *lisez* il est inutile.
Id. —— 34. altérables, *lisez* attirables.
263. —— 3. quantité, *lisez* qualité.
Id. —— 30. nature, *lisez* fracture.
284. —— 19. sincère, *lisez* sévère.
287. —— 1. chabosie, *lisez* chabasie.
333. —— 1. MAYER, *lisez* MÉYER.

SYSTÊME

DES

CONNAISSANCES CHIMIQUES.



SYSTÊME

DES

CONNAISSANCES CHIMIQUES,

ET DE LEURS APPLICATIONS

AUX PHÉNOMÈNES

DE LA NATURE ET DE L'ART;

PAR A. F. FOURCROY,

De l'Institut national de France ; Conseiller d'État ; Professeur de chimie au Muséum d'histoire naturelle, à l'École polytechnique et à l'École de médecine ; des Sociétés philomathique et philotechnique, d'Agriculture, d'Histoire naturelle ; de la Société médicale d'émulation, de celle des Amis des arts, de celle des Pharmaciens de Paris ; du Lycée républicain, du Lycée des arts ; membre de plusieurs Académies et Sociétés savantes étrangères.

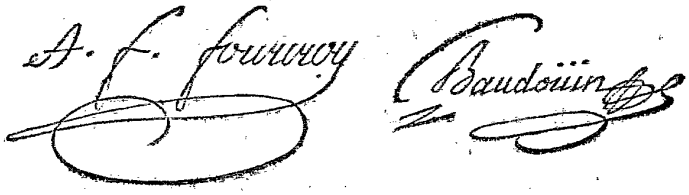
TOME III.

PARIS,

Baudouin, Imprimeur de l'Institut national des Sciences et des Arts, rue de Grenelle-Saint-Germain, nº. 1131.

BRUMAIRE AN IX.

Cet ouvrage est mis sous la sauve-garde de la loi.
Tous les exemplaires sont signés par l'Auteur et l'Imprimeur.



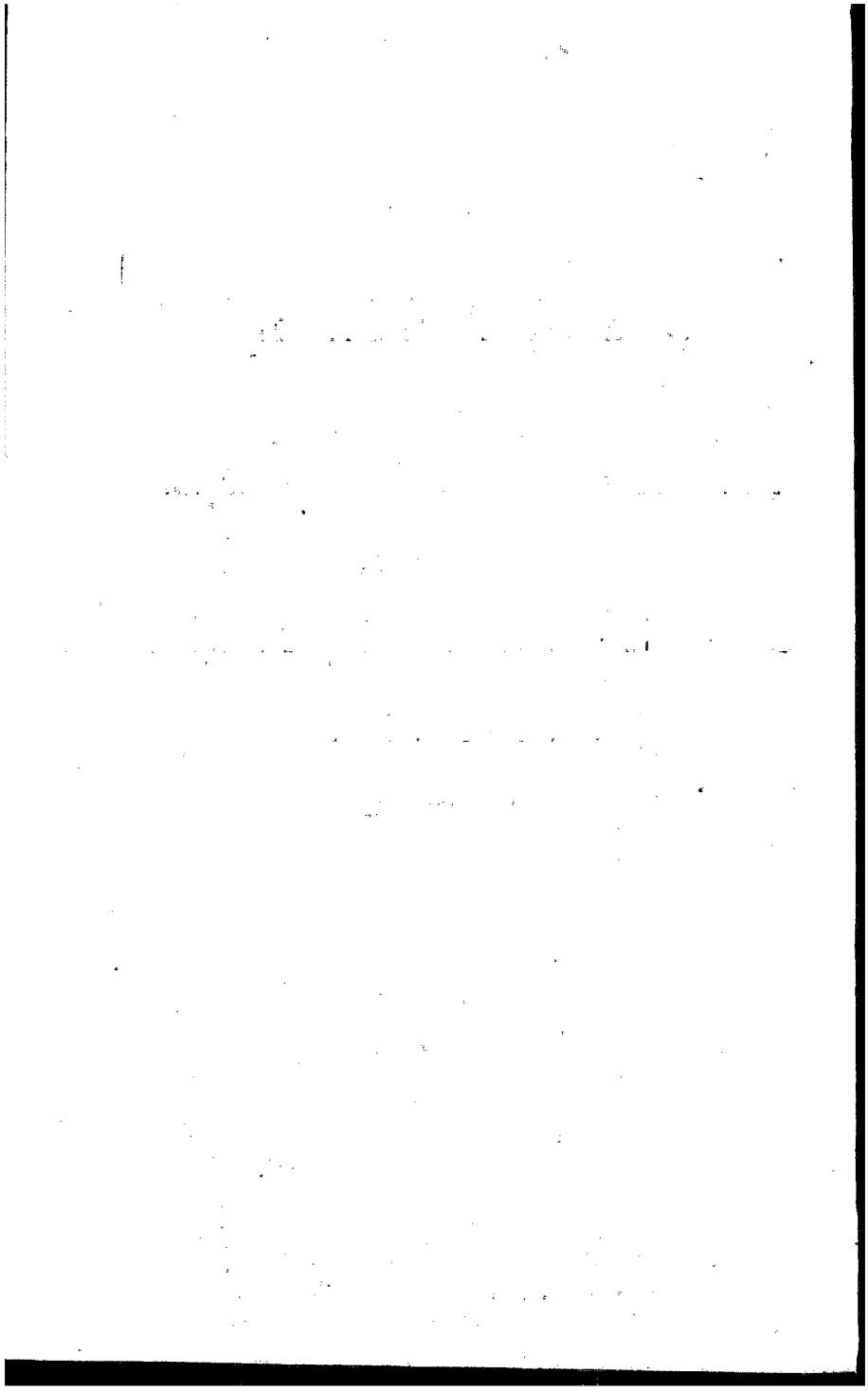
SYSTÊME

DES

CONNAISSANCES CHIMIQUES.

CINQUIÈME SECTION.

DES SELS.



CINQUIEME SECTION.

Des acides unis aux bases salifiables, ou des sels alcalins et terreux.

ARTICLE PREMIER.

Des propriétés générales des sels ; de leur classification ; de la manière de les traiter.

1. Quoique le nom de sel ait été autrefois attribué à presque toutes les matières sapides et dissolubles dans l'eau, on en a ensuite réduit l'application aux matières acides, aux alcalis, et à ce qu'on nommait les sels *neutres*, parce que le plus souvent ils n'étoient ni acides ni alcalins. Mais il est évident qu'on ne peut plus renfermer dans la même classe de corps et confondre dans une seule dénomination des matières aussi éloignées dans leur nature et leurs propriétés que le sont les acides des alcalis, et ces deux classes de corps de celle des sels. Il est donc bien plus méthodique et bien plus exact de réserver ce nom de sels pour les composés des acides et des bases salifiables, d'autant plus que, dans les usages de la vie depuis un temps immémorial, on appelle sel le muriate de soude qui entre dans cette classe de corps, qui a été le premier de tous connu, qui est, pour ainsi dire, le chef de cette famille, et qui a conduit à la connaissance de tous les autres.

2. Dans le temps où l'on confondait sous la dénomination générale de sel, et le principe arbitraire hypothétique que les

chimistes avaient imaginé comme l'origine commune de toutes les substances salines, comme la source de leurs propriétés générales, et les alcalis et les acides, et les sels proprement dits, on distinguait les derniers par les dénominations de *sels neutres*, *sels moyens*, *sels composés*, *sels secondaires*. On avait adopté la première expression, parce qu'on trouvait la plus grande partie des sels privés des propriétés acides et alcalines : aussi disait-on dans ce sens, ou qu'un acide neutralisait un alcali, ou plus souvent encore, qu'un alcali ou une terre neutralisait un acide. Mais cette expression exigeait souvent des exceptions pour plusieurs sels qui montraient tantôt des caractères alcalins, tantôt des caractères acides.

La dénomination de *sels moyens* portait sur la même base; on admettait en eux des propriétés en quelque sorte moyennes entre celles des alcalis et celles des acides; il y avait la même faute que dans la première expression. Celle de *sels composés* était tirée de la comparaison de ces corps avec leurs matériaux immédiats manifestement moins composés qu'eux. C'était de la même source que découlait la dénomination de *sels secondaires*, puisque leurs composans étaient alors désignés par les noms de *sels primitifs*. Ces dernières expressions supposaient cependant celle de sels pour les acides et les alcalis, etc.

3. Le mot *sels*, employé uniquement pour désigner les combinaisons des acides ou salifians avec les bases *salifiables* alcalines ou terreuses, ne laisse aucune équivoque, et représente une idée aussi exacte que claire de la nature de ces composés. Ils sont formés en général de l'union des acides avec des alcalis ou des terres. Cette union se fait sans altération réciproque et sans changement de nature de la part des deux espèces de matières qui se combinent; elles entrent et restent en équilibre dans leur combinaison, et on les en retire avec leur première nature par la décomposition des sels. Les propriétés, il est vrai, de chaque composant, acide,

terre ou alcali, sont changées et entièrement différentes de celles que chacun d'eux avait séparement et dans son état d'isolement, et c'est là un phénomène constant qui a été exposé comme une des lois de l'attraction de composition. Mais, malgré ce changement réel de propriétés, il n'y en a aucun dans la composition ou la nature primitive de chaque composant, comme le prouve l'analyse simple et vraie autant qu'exacte qu'on en fait par les instrumens chimiques.

4. L'histoire des sels est une des parties de la chimie, qui a été cultivée avec le plus de succès depuis un siècle et demi, et sur-tout depuis trente ans. Aussi aucune branche de la science n'a-t-elle reçu un accroissement qui puisse être comparé au sien. Le nombre des sels connus a été prodigieusement augmenté depuis cette époque. Il n'y a presque aucun chimiste qui n'ait contribué, depuis Glauber sur-tout, à étendre tous les ans la série de ces corps. Je donnerai une idée suffisante des nouvelles acquisitions de la science à cet égard, en faisant remarquer ici que d'environ vingt à trente espèces de sels qui étaient les seules assez exactement connues, il y a même vingt ans, leur nombre a tellement été multiplié par les découvertes des modernes, que l'on compte aujourd'hui jusqu'à cent trente-quatre espèces bien déterminées dont je décrirai les caractères et les propriétés dans cette section; encore n'y renfermerai-je que les combinaisons des principaux acides indiqués dans la troisième section avec les bases salifiables traitées dans la quatrième. On verra par la suite que les composés des bases avec les quatre acides métalliques dont je ne parlerai point ici, parce que je les renvoie à l'histoire des métaux; plus ceux qui résultent de l'union de tous les oxides métalliques considérés comme bases salifiables avec les acides métalliques et non-métalliques; plus encore les sels que forment les acides végétaux et animaux avec les alcalis, les terres et les oxides des métaux feraient monter le nombre de ces composés salins à près de mille,

dont cependant il aura été fait mention, et dont on aura décrit les propriétés dans le courant de tout cet ouvrage.

5. Les cent trente-quatre espèces de sels qui appartiennent réellement à cette section existent vraisemblablement toutes deux dans la nature ; mais on ne les y a pas encore trouvées. Elle sont, ou déposées en couches, en sédimens, en masses isolées considérables dans l'intérieur du globe, ou régulièrement cristallisées dans des cavités souterraines, ou dissoutes dans les eaux, ou dissoutes dans les humeurs et précipitées dans les organes solides des végétaux et des animaux. Souvent les minéralogistes les confondent avec les pierres, soit parce qu'elles sont peu sapides ou insipides, peu dissolubles ou même presque indissolubles, soit parce qu'elles gissent quelquefois dans la terre sous la forme de grands amas, de grandes couches inertes, massives, pesantes, presque inaltérables, au moins en apparence. Mais les chimistes en ont reconnu la nature et la composition saline. Aussi les minéralogistes modernes, qui sentent la nécessité de faire servir aux distinctions des fossiles les propriétés chimiques, rangent-ils dans une classe particulière ces composés salins naturels, sous le nom de substances acidifères, qui, distinguées désormais des terres et des pierres, sont seulement placées immédiatement à leur suite.

6. Comme on n'a point trouvé tous les sels alcalins et terreux dans la nature, ou comme souvent ils n'y sont que plus ou moins impurs, difficiles à séparer des différens mélanges dans lesquels ils se rencontrent engagés, le plus souvent les chimistes les préparent eux-mêmes, en unissant directement les acides avec les bases terreuses ou alcalines, ou en faisant réciproquement, avec certains composés salins naturels, des échanges de bases et d'acides, qui donnent naissance aux sels qu'ils veulent se procurer. D'ailleurs les sels qu'on extrait du sein de la terre sont presque toujours, ou des mélanges de deux ou trois substances salines diverses, ou même

des composés ternaires d'un acide avec deux bases à la fois ; et s'il est essentiel au chimiste, comme au minéralogiste, de bien connaître ces composés, comme il ne le peut qu'en examinant d'abord les sels purs et simples, il faut d'abord qu'il prépare ceux-ci ; ce qui lui est toujours plus facile que de les purifier, et de les séparer des composés multiples ou des mélanges nombreux dans lesquels la nature les lui offre.

7. Il semblerait, au premier aspect, que les onze acides traités dans la section troisième, et dont il s'agit d'examiner ici seulement les combinaisons salines, puisque je reporte celles des quatre acides métalliques à l'histoire des métaux, il semblerait, dis-je, que ces onze acides unis à onze bases salifiables, six terreuses et cinq alcalines, ne devraient donner que cent vingt-un sels. On pourrait encore observer que l'une de ces bases, la silice, ne se combinant qu'avec peu de ces acides et, à proprement parler, qu'avec le fluorique, comme on l'a déja dit dans la section précédente, devrait encore diminuer ce nombre de dix ; ce qui le réduirait à cent onze. Mais on doit remarquer que parmi les composés salins, il en est plusieurs qui sont susceptibles de varier de proportion dans leurs principes, et conséquemment de former des espèces doubles ; que quelques acides peuvent encore s'unir à deux bases à la fois, et constituer ce qu'on nomme des sels triples ou des trisules. C'est ainsi que le nombre des sels déja bien connus s'élève à cent trente-quatre, et qu'on peut prévoir qu'avec de nouvelles recherches, il s'élevera quelque jour plus haut encore ; car, malgré les découvertes faites depuis trente ans, on verra bientôt qu'il y en a encore beaucoup à ajouter.

8. C'est spécialement dans l'histoire des sels que la nomenclature méthodique a le plus d'avantages. Aux noms insignifians, indéterminés, tirés de propriétés mal connues ou souvent imaginaires, ou des inventeurs, qu'on donnait autrefois à ces composés, et qui étaient un fardeau pour la

mémoire, elle a substitué des dénominations qui expriment la nature et les composans de chaque sel ; en sorte que ces dénominations peignent la substance même dont on parle. Une expérience de douze années a prouvé que cette simple et ingénieuse méthode de nommer les sels a rendu leur histoire et leur étude d'une clarté et d'une facilité si grandes, qu'il n'est pas à craindre qu'on soit obligé, comme autrefois, de faire un travail pénible, fatiguant et souvent infructueux pour retenir la composition et par suite les propriétés qui en dépendent, et dont jouit chaque sel particulier. On peut même ajouter que si l'on n'avait pas pris ce parti, il aurait été absolument impossible de connaître les caractères des sels nombreux qui ont été découverts, et que la chimie n'aurait alors été que le partage du petit nombre des hommes capables des efforts extraordinaires de mémoire.

9. Tout sel porte un nom double, ou plutôt composé de deux mots associés l'un à l'autre. Le premier désigne l'acide, et le second la base alcaline et terreuse. Le mot qui indique l'acide, et qui est tiré du nom propre de ce dernier, a sa terminaison variée de deux manières, suivant l'état de l'acide qui entre dans la composition du sel ; savoir, en *ate*, lorsque c'est un acide saturé d'oxigène ; et en *ite*, lorsque c'est un acide non saturé. La première terminaison appartient aux sels qui contiennent les acides en *ique*, et la seconde est appliquée aux sels qui sont formés par les acides en *eux*. Ainsi les acides carbonique, phosphorique, sulfurique, nitrique, muriatique, fluorique et boracique, forment des sels qu'on nomme *carbonates*, *phosphates*, *sulfates*, *nitrates*, *muriates*, *fluates* et *borates* ; tandis que les acides phosphoreux, sulfureux et nitreux forment des sels qu'on nomme *phosphites*, *sulfites* et *nitrites*. Si l'acide est surchargé d'oxigène, les sels qu'il constitue sont nommés *suroxigénés* : tels sont, comme on le verra, les *muriates suroxigénés*.

10. Le second mot, qui, ajouté au premier, sert à faire

connaître la base, est le nom de cette base elle-même : ainsi il y a autant de ces noms spécifiques, puisqu'ils déterminent les espèces, qu'il y a de diverses espèces de chaque sel. On compte des sels en *ate* ou en *ite*, d'*alumine*, de *zircone*, de *glucine*, de *magnésie*, de *chaux*, de *barite*, de *potasse*, de *soude*, de *strontiane*, d'*ammoniaque*, et même quelquefois de *silice*. Si le sel est à double base, on associe, à la suite du mot qui désigne son acide, les noms des deux bases qui entrent dans sa composition. Quelquefois, et pour faire disparaître la monotonie dans le langage, on donne au mot qui exprime la base une terminaison adjective lorsque ce mot est de nature à le permettre. Ainsi l'on dit sel *calcaire*, au lieu de chaux; *ammoniacal*, au lieu d'ammoniaque ; *alumineux*, au lieu d'alumine ; *baritique*, au lieu de barite ; *magnésien*, au lieu de magnésie. Lorsqu'il s'agit de sels à base double ou triple, on lie quelquefois le nom d'une base à celui de l'autre, de manière à en faire un seul mot : c'est ainsi qu'on dit sulfate *ammoniaco-magnésien*, au lieu d'ammoniaque et de magnésie; borate *magnésio-calcaire*, au lieu de magnésie et de chaux.

11. Il y a encore deux genres de locutions employées dans la nomenclature méthodique pour désigner deux états particuliers de quelques espèces de sels. Lorsqu'elles sont surchargées d'acide, on l'exprime par le mot *acidule* ou par les mots *avec excès d'acide*. Si, au contraire, elles contiennent une surabondance de base, on les désigne par l'expression *avec excès de base* ou *sursaturées de base*. Toutes ces dénominations ont tellement éclairci le langage de la science, qu'elles ont suffi pour remplacer des périphrases qu'on avait commencé à employer, et qui menaçaient de rendre bientôt la nomenclature confuse et peu intelligible, avant l'établissement de la nomenclature méthodique.

12. Le nombre des sels étant très-considérable, il est encore plus nécessaire que pour les corps compris dans les sections précédentes, de les disposer régulièrement ou suivant une mé-

thode constante. Après vingt années de nombreux essais et de tentatives diverses, j'ai pensé que l'ordre le plus convenable serait celui qui, en partageant méthodiquement tous les sels, exprimerait une suite de vérités chimiques ou de propriétés des sels mêmes, et qui, en présentant leur série distribuée dans un cadre propre à les faire retenir, offrirait tout-à-la-fois le tableau de leurs rapports réciproques.

13. Dans cette vue, j'ai formé onze genres de sels d'après les onze acides, parce que les sels, comparés par les acides qui entrent dans leur composition, se ressemblent et se rapprochent plus que par leurs bases. J'ai placé ces genres dans un ordre respectif fondé sur la force d'attraction des acides en général pour les bases. Ainsi, en suivant rigoureusement cet ordre, il faudrait placer de suite dans le premier genre, les *sulfates;* dans le second, les *nitrates;* dans le troisième, les *muriates;* dans le quatrième, les *phosphates;* dans le cinquième, les *phosphites;* dans le sixième, les *fluates;* dans le septième, les *muriates sur-oxigénés;* dans le huitième, les *sulfites;* dans le neuvième, les *nitrites;* dans le dixième, les *borates;* et dans le onzième, les *carbonates.* Mais j'ai interverti en partie cet ordre rigoureux par le placement des sulfites, des nitrites et des muriates sur-oxigénés à la suite des sulfates, des nitrates et des muriates, parce qu'il est plus naturel de traiter les premiers de ces sels à la suite des seconds, comme en dépendant en quelque sorte, et ne pouvant en être détachés, puisqu'ils en constituent des annexes ou des sortes d'appendices.

14. Dans chaque genre, j'ai disposé les espèces qu'il renferme d'après l'ordre d'attraction des bases pour les acides, de manière que la première espèce est la plus indécomposable ou la plus adhérente dans ses principes; et la dernière, la plus décomposable ou la moins adhérente dans ses composans. Ainsi, dans le premier genre des sulfates, celui de barite est la première espèce, et le sulfate de zircone forme la dernière

espèce. Toutes les espèces intermédiaires sont placées successivement dans le rang d'attraction de leurs bases, depuis la seconde jusqu'à l'avant-dernière ; de sorte que les numéros comparés qui précédent chacun de ces sels sont en même temps des espèces de valeurs comparatives de la force qui en tient respectivement les composans réunis. On voit donc, par l'exposition des principes de cette nouvelle méthode, que, bien différente de la plupart de celles qu'on suit dans l'histoire naturelle, où, quoique plus perfectionnée que dans les autres sciences, elles sont encore si souvent arbitraires ou incohérentes, sur-tout dans leurs dernières ramifications, elle a l'avantage de faire connaître les caractères les plus importans des sels, les moyens de les décomposer, les différences qui les distinguent, en un mot, les rapports les plus frappans qui existent entre eux.

15. Lorsqu'il n'y avait autrefois qu'un petit nombre de sels à faire connaître, il était permis de donner toute la latitude possible à l'histoire de chacun d'eux ; on n'avait pas à craindre de fatiguer les hommes studieux, ni de rendre fastidieuse la description de leurs propriétés. Aujourd'hui, l'on ne peut plus se permettre une pareille marche dans l'exposition de ces corps. Leur multiplicité est telle, que si l'on entreprenait de les décrire et de les examiner avec les détails consacrés autrefois à cette branche de la chimie, on ne pourrait plus espérer d'être lu, et que la patience, ainsi que la mémoire la plus infatigable, n'y suffirait plus. Il est donc devenu nécessaire d'adopter une autre manière de traiter cette partie de la science. Celle, qu'une longue habitude dans la démonstration et une connaissance particulière de l'étude de la chimie m'ont forcé d'adopter, n'a point cet inconvénient.

16. Je m'occupe d'abord avec assez de développement des propriétés génériques de chaque genre de sels ; c'est-à-dire, des caractères chimiques qui appartiennent à l'ensemble ou à la collection entière des espèces comprises dans chaque genre

de ces composés. On doit remarquer que ces propriétés génériques appartiennent à l'acide, ou plutôt sont déterminés par l'acide, puisqu'il n'y a que ce principe de commun à tout le genre, et que ces propriétés y sont communes à toutes les espèces. Cette description convenant à tous les sels qui composent chaque genre, il est facile de voir que, quand elle sera complète, il ne faudra plus répéter l'exposé des mêmes caractères à chaque espèce, et que l'histoire de chacune de celles-ci sera beaucoup plus courte et beaucoup plus simple : il faut imiter en cela les méthodistes en histoire naturelle, qui, après avoir fait avec un certain détail l'exposition des caractères génériques, n'ont plus besoin, pour décrire les espèces, que d'une simple phrase propre à les distinguer les unes des autres. Il est vrai qu'on ne peut pas suivre strictement la même méthode en chimie, puisqu'une seule phrase ne peut pas suffire pour faire connaître une espèce, et qu'il faut ne pas négliger d'indiquer toutes les propriétés qui la distinguent.

17. En effet, ce n'est pas seulement pour distinguer les espèces de sels les unes d'avec les autres, comme on a l'intention de le faire pour les plantes et les animaux, mais c'est aussi pour en énoncer toutes les propriétés utiles, qu'on doit traiter en particulier de chacune de ces espèces. Pour me rapprocher le plus possible de cette méthode avantageuse des naturalistes, je considérerai uniformément les espèces sous les huit rapports successifs : 1°. de leur histoire et de leur synonymie ; 2°. de leurs propriétés physiques ; 3°. de leur existence dans la nature ou de leur préparation ; 4°. de l'action du calorique ; 5°. de l'action de l'air ; 6°. de l'action de l'eau ; 7°. de leur analyse et de la proportion de leurs composans ; 8°. enfin de leurs usages.

18. Ces huit divisions comprennent tout ce qu'il faut savoir sur chaque sel, sur-tout après avoir traité de leurs caractères génériques ou des propriétés qui les font reconnaître comme appartenant à tel genre.

A. La synonymie et l'histoire exposent les différens noms qu'on a donnés aux espèces, et les temps où elles ont été découvertes et mieux connues.

B. L'examen des propriétés physiques a pour but la détermination de leur forme et de ses variétés données par la figure primitive, de leur saveur, de leur pesanteur.

C. Les considérations sur leur existence dans la nature ou sur leur préparation renferment leur histoire naturelle, leur extraction, leur purification ou leur fabrication, soit en grand dans les arts, soit en petit dans les laboratoires.

D. L'action du calorique comprend leur fusibilité diverse, leur fixité ou leur volatilité, leur décomposition ou leur inaltérabilité.

E. Celle de l'air embrasse, ou leur efflorescence ou leur déliquescence, ou leur permanence dans l'atmosphère.

F. Celle de l'eau se rapporte à leur dissolubilité à chaud ou à froid, à l'art de les faire cristalliser.

G. A l'article de leur analyse, je parlerai de tous les moyens et de tous les agens qui servent à les décomposer, des phénomènes variés qu'ils présentent dans leur décomposition, et de la proportion relative des acides et des bases qui les composent.

H. Enfin leurs usages doivent terminer leur description; car c'est à eux que se rapportent tous les faits qu'on a recueillis sur leurs propriétés.

Chaque genre formant un article particulier de cette cinquième section, chaque article sera partagé en deux paragraphes : le premier, destiné à l'exposition des caractères ou propriétés génériques; le second, consacré à l'exposition des caractères spécifiques ou propriétés spécifiques.

ARTICLE II.

GENRE Ier.

SULFATES ALCALINS ET TERREUX.

§. Ier.

Des propréités génériques de ces sels.

1. Les sulfates alcalins et terreux sont les composés formés d'acide sulfurique et de bases salifiables. Ce nom générique vient du mot sulfurique, dont on a terminé les trois dernières syllabes en une seule, pour qu'il soit plus court et plus facile à prononcer. Depuis qu'il a été bien reconnu que l'acide sulfurique formait dans ses combinaisons avec les bases salifiables des espèces de sels analogues les unes aux autres par un grand nombre de propriétés, et qui appartenaient à un même genre, on les avait nommés tous *vitriols* : avant cela, chacun avait des noms indépendans, comme on le verra pour les espèces. On les a beaucoup examinés depuis long-temps, et sur-tout au commencement du siècle, au moins pour quelques-uns ; ils ne sont cependant connus avec exactitude que depuis quelques années ; le plus grand nombre sont le fruit de découvertes récentes.

2. La nature offre presque tous les sulfates en fossiles plus ou moins abondans ou rares, sous forme de couches, de filons, de lames, d'incrustations, de cristaux, ou en efflorescence, ou en dissolution dans les eaux, ou enfin dans les humeurs des végétaux, plus rarement dans celles des animaux. Il en est quelques-uns qu'on y trouve purs et sans mélange ; d'autres demandent à être purifiés après les avoir extraits comme les premiers du sein de la terre, ou séparés des eaux par différens moyens d'évaporation ; quelques-uns sont

presque toujours des produits de l'art, soit parce qu'ils sont rares sur le globe, soit parce qu'on ne les y trouve que très-impurs, très-mélangés, et qu'ils sont en même temps difficiles à purifier. On forme en chimie les sulfates, soit en combinant directement l'acide sulfurique et les bases pures, soit en unissant l'acide sulfurique pur à ces bases engagées dans des combinaisons dont cet acide les chasse, soit en unissant les bases pures à l'acide sulfurique, engagé lui-même dans des combinaisons dont ces bases peuvent le dégager; soit enfin en unissant les bases et l'acide, tous deux engagés préliminairement dans des composés, et disposés à s'échanger réciproquement par l'effet des attractions électives doubles. On verra des exemples de ces quatre genres de fabrication des sulfates, dans l'histoire des espèces de sels appartenant à différens genres.

3. Les propriétés physiques ou sensibles sont en général ce qui fournit le moins de caractères génériques, parce qu'elles varient dans les espèces, et ne peuvent bien servir que de caractères spécifiques. Ainsi l'on dira seulement ici que tous les sulfates sont susceptibles de prendre des formes cristallines; que quelques-uns ne les reçoivent que de la nature, et que l'art ne les a point encore imitées, tandis que dans d'autres, elles sont toujours le produit de l'art; que ces formes primitives constantes dans chaque espèce donnent, par des nuances dépendantes de la figure primitive, des molécules intégrantes réunies d'après des lois appréciables de décroissement sur les bords et sur les angles, des variétés plus ou moins nombreuses. Il en est de même de la saveur et de la pesanteur; l'une et l'autre sont diverses dans les espèces différentes, tantôt fortes, tantôt très-faibles. C'est cependant parmi les espèces de ce genre que se trouvent les sels les plus pesans.

4. Inaltérables par la lumière qu'ils réfractent suivant des lois particulières aux espèces, les sulfates le sont également presque tous, au moins dans leur nature intime et dans leur

composition, par le calorique qui seulement les divise, les brise, les calcine, les fond rapidement ou lentement, les sublime. Quelques-uns perdent une portion de leur acide ou de leur base par l'action du feu ; mais la plupart n'y perdent que de l'eau et leur forme. Cette action est plus relative d'ailleurs aux caractères spécifiques.

5. Les sulfates n'éprouvent aucune altération de la part du gaz oxigène et du gaz azote ; ils n'enlèvent ni l'une ni l'autre des bases de ces gaz aux corps qui les contiennent : ainsi les changemens, qu'ils sont quelquefois susceptibles d'éprouver de la part de l'air, ne dépendent que de l'eau qui y est contenue. Tantôt ils attirent l'eau atmosphérique, s'humectent et se ramollissent : on les dit alors *déliquescens*, parce qu'ils tendent par là à devenir liquides. Tantôt, au contraire, ils se dessèchent, perdent leur eau de cristallisation : on les désigne alors sous le nom d'*efflorescens*, parce qu'en se réduisant en poussière, ils présentent d'abord à leur surface de petites aiguilles ou une poussière blanche qu'on a long-temps comparées à des fleurs, et souvent nommées ainsi en chimie. L'un et l'autre de ces phénomènes donne des caractères spécifiques.

6. Tous les sulfates sont susceptibles d'éprouver des changemens plus ou moins grands de la part des corps combustibles simples ou indécomposés ; mais ces changemens n'ont jamais lieu à froid ; on ne les produit en général qu'en chauffant plus ou moins fortement ces corps ensemble.

Ainsi le gaz hidrogène, mis en contact avec des sulfates rougis ou même fondus dans des tubes de porcelaine rouges, enlève à leur acide plus ou moins de son oxigène, forme de l'eau, et les réduit en sulfites ou en sulfures hidrogénés, suivant la quantité respective de ces deux genres de corps qu'on traite ensemble. Le carbone qui ne les altère point à froid les décompose complétement à la chaleur rouge, et les change en sulfures hidrogénés et carbonés : c'est même là

le caractère générique le plus constant, le plus tranché des sulfates, celui qui est connu depuis long-temps, et qui sert à les faire reconnaître. On conçoit qu'à mesure que les sulfates passent ici à l'état de sulfures, le carbone doit passer à celui d'acide carbonique : aussi les mélanges se boursouflent-ils plus ou moins dans les creusets où on les chauffe, et il n'en reste dans les sulfures que la portion de carbone excédante à la formation de cet acide. C'est ici, comme dans beaucoup de cas, un acide qui repasse à l'état de son radical combustible, et un radical combustible qui devient acide aux dépens de l'oxigène du premier.

Le phosphore, à chaud, ne les convertit ordinairement qu'en sulfites, parce qu'à la température qu'on emploie le plus souvent, il ne peut enlever que la portion d'oxigène qui portait leur acide de l'état d'acide sulfureux à celui d'acide sulfurique ; mais, par une très-forte chaleur, il parvient à les décomposer, en raison de l'attraction du phosphore pour l'oxigène plus grande que celle du soufre, et de celle de l'acide phosphorique pour les bases, devenant plus considérable par sa fixité que celle de l'acide sulfurique, diminuée singulièrement par cette très-haute température.

Le soufre ne se combine avec aucun des sulfates, à quelque température que ce soit ; et l'on verra, en effet, les sulfites perdre leur soufre, et passer ainsi par la chaleur à l'état de sulfates.

Le diamant ne les altère en aucune manière.

Quelques métaux parmi les plus avides d'oxigène les décomposent, à la manière du carbone, à l'aide d'une assez forte chaleur, et changent ainsi les sulfates alcalins et terreux en oxides métalliques hidrosulfurés : les bases alcalines ou terreuses restent libres. On verra, par la comparaison des différentes propriétés génériques des sulfates, qu'il n'y en a aucune plus propre à caractériser et à distinguer ce genre de sels de tous les autres que l'action des corps combustibles et leur conver-

sion en sulfures simples ou hidrogénés, tantôt à bases alcalines ou terreuses, comme cela a lieu par le charbon; tantôt compliqués par l'union des oxides métalliques, ainsi que le font les métaux.

7. Parmi les corps brûlés en oxides, l'eau est le seul dont il importe de déterminer l'action sur les sulfates. Quoiqu'elle soit plus propre à caractériser les espèces qu'à distinguer le genre, il est nécessaire d'exposer ici comment elle se comporte avec ces sels en général. Parmi les sulfates, les uns semblent être entièrement indissolubles dans l'eau; d'autres ne s'y dissolvent que très-peu; quelques-uns ont, pour ainsi dire, une dissolubilité moyenne; il n'en est pas cependant qui se rapprochent de la grande dissolubilité qu'on observe dans d'autres genres. Ceux-ci se dissolvent plus dans l'eau chaude que dans la froide; ceux-là ne sont pas plus dissolubles dans l'eau chaude que dans l'eau à une basse température. Les premiers se cristallisent par refroidissement, les seconds ne se cristallisent que par l'évaporation. Presque tous produisent du froid en se dissolvant ou en passant de l'état solide à l'état liquide. Leurs dissolutions sont d'une pesanteur diverse suivant l'énergie de leur dissolubilité, ou la quantité plus ou moins grande de sulfates qui s'unit à l'eau.

8. Les oxides métalliques n'ont d'action sur les sulfates que dans le cas où ces oxides ne sont pas saturés d'oxigène, et où ils ont une attraction pour ce principe, susceptible de le leur faire enlever à l'acide sulfurique. Les autres oxides non métalliques, tels qu'on peut considérer la plupart des substances végétales, n'agissent sur les sulfates que par le carbone et l'hidrogène qu'ils contiennent, et en se décomposant eux-mêmes. Souvent, dans cette espèce de décomposition compliquée des sulfates, d'une part, et des oxides appartenant à des corps organisés de l'autre, il se forme des sulfures compliqués eux-mêmes et spontanément inflammables à l'air. Telle est l'idée qu'il faut prendre des pyrophores formés en général par les sulfates chauffés plus

ou moins fortement avec le sucre, les farines, le miel, etc. et dont on parlera plus en détail dans l'histoire des sulfates d'alumine.

9. Parmi les acides à radicaux simples ou indécomposés dont il a été parlé dans la troisième section de cet ouvrage, le plus grand nombre n'ont aucune action sur les sulfates, parce qu'ils ont en général, et dans les circonstances les plus ordinaires, moins d'attraction pour les bases que n'en a l'acide sulfurique. Mais il en est quelques-uns qui, dans quelques cas particuliers, font subir des altérations plus ou moins fortes à ce genre de sels, et même les décomposent, quoiqu'il soit vrai en général qu'ils sont les plus permanens et les moins décomposables de tous, et qu'à ce titre il méritent le premier rang que je leur ai assigné dans la distribution méthodique des genres de ces composés.

10. Les acides carbonique, phosphoreux, sulfurique, sulfureux, nitreux, muriatique oxigéné et fluorique sont absolument sans action sur les sulfates.

Tous les autres acides ont une action plus ou moins marquée sur les sulfates, et tendent plus ou moins à les décomposer ou à froid et par leur simple mélange, et alors la décomposition n'est que partielle, ou à chaud et même à l'aide seulement d'une très-haute température. Ainsi l'acide nitrique et l'acide muriatique opèrent un commencement de décomposition de plusieurs sulfates, lorsqu'on dissout ceux-ci dans ces acides liquides. Les acides phosphorique et boracique qui fixes au feu peuvent, comme on l'a vu, entrer en vitrification, chauffés fortement avec les sulfates, les décomposent à cette haute température, à laquelle l'acide sulfurique ne peut résister, lorsque les bases qui lui sont unies sont d'ailleurs attirées par ces acides vitrifiables. On voit que c'est le cas d'une anomalie apparente des attractions comparées entre les acides sulfurique, phosphorique, boracique et les bases salifiables, puisque c'est à la grande accumulation du

calorique qu'est due cette décomposition, dont le résultat est véritablement l'effet d'une double attraction ; tandis que par les attractions simples l'acide sulfurique est beaucoup plus fort et adhère beaucoup plus aux bases salifiables que les deux autres acides.

11. Les bases salifiables doivent aussi être partagées en deux genres comme les acides par rapport à leur action sur les sulfates. Il est évident qu'en les comparant aux diverses espèces de sulfates, celles qui ont le moins d'attraction pour l'acide sulfurique ne doivent opérer aucun changement dans les sulfates dont les bases ont pour loi l'attraction la plus forte ; et qu'ainsi la disposition des espèces dans chaque genre étant fixée d'après cette attraction, le dernier sulfate doit être décomposé par toutes les bases qui forment les sulfates qui les précèdent, tandis que le premier ne doit l'être par aucune autre. Cet effet d'ailleurs est relatif aux espèces des sulfates, et ne doit être qu'indiqué dans l'histoire du genre de ces sels.

12. Les sulfates, sans pouvoir éprouver entre eux des décompositions, peuvent cependant réagir d'une manière particulière les uns sur les autres. Tantôt ils s'unissent les uns aux autres pour former des sels triples, tantôt ils se précipitent réciproquement de leurs dissolutions, tantôt ils se dissolvent plus abondamment dans l'eau, ou bien ils s'en séparent sous la forme cristalline. Quelquefois en les traitant ensemble au feu, l'un sert de fondant à l'autre ; celui-ci au contraire arrête ou ralentit la fusion de celui-là. On doit, au reste, se borner ici à ces généralités ; ce qui peut être particulier tenant réellement au caractère de chaque espèce.

13. Quoique les usages des sulfates appartiennent spécialement à chaque espèce de ces sels et doivent être exposés dans leur histoire particulière, il est cependant possible d'indiquer les utilités de tout le genre à la fois. C'est sur-tout aux progrès de la science de la nature et des arts que cette considé-

ration générale est applicable. Les sulfates, connus comme ils le sont aujourd'hui, ont répandu la plus vive lumière sur un grand nombre de points de théorie, et contribué à beaucoup de perfectionnemens dans la pratique des arts. On les a mieux reconnus et mieux caractérisés en minéralogie; on les a employés à un plus grand nombre de procédés et plus utilement dans les manufactures. On a acquis plus de certitude, en même temps qu'on a vu tomber des préjugés nuisibles sur leur emploi médicamenteux. Toutes les connaissances utiles ont donc profité des découvertes faites sur ce genre de sels qui intéressent également l'histoire naturelle, l'agriculture, la médecine, les arts, et en général l'avancement de la raison et de l'industrie humaines.

14. L'état actuel de la chimie, et les principes que j'ai exposés sur la manière dont je divise les espèces de chaque genre de sels, me conduisent à distinguer quatorze espèces de sulfates terreux et alcalins, et à les disposer dans l'ordre suivant, en raison du rang d'attraction que les bases terreuses et alcalines ont pour l'acide sulfurique.

1. Sulfate de baryte.
2. Sulfate de potasse.
3. Sulfate acide de potasse.
4. Sulfate de soude.
5. Sulfate de strontiane.
6. Sulfate de chaux.
7. Sulfate d'ammoniaque.
8. Sulfate de magnésie.
9. Sulfate ammoniaco-magnésien.
10. Sulfate de glucine.
11. Sulfate d'alumine.
12. Sulfate acide d'alumine.
13. Sulfate acidule d'alumine.
14. Sulfate de zircone.

Il faut examiner chacune de ces espèces de sels en particulier.

§. II.

Des propriétés spécifiques des sulfates terreux et alcalins.

ESPÈCE I. — *Sulfate de barite.*

A. *Synonymie ; histoire.*

1. Le sulfate de barite ou combinaison saturée d'acide sulfurique et de barite a été nommé *spath pesant* par les naturalistes, qui l'ont distingué des autres matières salines, avant les chimistes, parce que, quoique rapproché d'abord par eux des fossiles qu'ils nomment spath à cause de leur transparence, de leur forme cristalline et de leurs lames séparables les unes des autres, ils lui avaient cependant reconnu une grande différence d'avec toutes les autres espèces par sa pesanteur.

2. Margraff et sur-tout Schéele et Bergman y ont découvert la combinaison de l'acide sulfurique avec la terre nommée d'abord par les deux derniers *terre pesante*, et ensuite barite par les chimistes français. Voilà pourquoi il a été appelé *terre pesante vitriolée* ou vitriol de terre pesante. Avant de lui donner le nom qu'il porte aujourd'hui, on l'avait aussi désigné sous les noms de *spath phosphorique* et de *pierre de Bologne*. Dans la nouvelle minéralogie française on le désigne par les mots, *barite sulfatée*.

B. *Propriétés physiques ; histoire naturelle.*

3. Le sulfate de barite est le plus pesant de tous les sels ; il n'a aucune espèce de saveur ni d'odeur. On le trouve cristallisé ou compact et sans cristallisation dans la nature. Il est très-abondant au sein des montagnes ; il pèse 4,400, l'eau pesant 1,000.

4. Le célèbre minéralogiste Haüy, dans ses travaux cristallographiques, a reconnu que la forme primitive du sulfate de barite, c'est-à-dire le noyau de toutes ses formes, celui qu'on tire du sein de tous les cristaux par la dissection ultime, était un rhomboïde. Voici comme il le décrit prisme : droit à bases rhombes, dont les angles sont de 101 d. $\frac{1}{2}$ et 78 d. $\frac{1}{2}$. Il a découvert que la molécule intégrante était de la même forme. Parmi les variétés qu'il a décrites, il faut spécialement distinguer les huit formes suivantes.

a. *Sulfate de barite primitif* ou rhomboïdal.

b. *Sulfate de barite monadique*, c'est-à-dire dont les décroissemens se font par une rangée octaèdre cunéiforme, dont les petites faces font entre elles un angle obtus de 101 d. $\frac{1}{2}$.

c. *Sulfate de barite binaire*, c'est-à-dire dont les décroissemens se font par deux rangées : octaèdre cunéiforme, dont les petites faces sont inclinées entre elles de 78 d. $\frac{1}{2}$.

d. *Sulfate de barite hexagone obtus ;* prisme très-court hexaèdre, dont tous les angles sont obtus.

e. *Sulfate de barite hexagone aigu ;* prisme très-court hexaèdre, ayant deux angles aigus.

f. *Sulfate de barite amphigène*, c'est-à-dire qui a une double origine. La variété 2, dont les quatre angles solides sont interceptés par des facettes situées comme les triangles de la variété 3 ; il se trouve à l'Etna.

g. *Sulfate de barite subpyramidal*, vulgairement *en table ;* deux pyramides quadrangulaires naissantes.

h. *Sulfate de barite apophane*, c'est-à-dire *manifeste*. La variété précédente, dont les quatre angles solides, à la rencontre des deux pyramides, sont interceptés par des facettes dont les positions *manifestent* en quelque sorte la structure, étant parallèles aux pans de la forme primitive. Le sulfate de barite de Roya est cette même variété sous d'autres dimensions.

Il faut ajouter à ces variétés de forme le sulfate de barite de figure indéterminée, celui qui est roulé comme la pierre de

Bologne, le transparent, l'opaque, le blanc, le coloré, le fétide, etc.

C. *Extraction; préparation; purification.*

5. On fabrique le sulfate de barite dans tous les cas où l'on unit la barite et l'acide sulfurique. On choisit ce sel naturel pour les travaux chimiques dans les cristaux transparens, purs et réguliers des montagnes. On le purifie quelquefois par le triage, le lavage, le dépôt et même l'action des acides.

D. *Action du calorique.*

6. Quand on le chauffe brusquement il se brise avec éclat, à cause de l'eau de sa cristallisation qui se réduit en vapeur. On nomme ce phénomène *décrépitation.* A un grand feu, il se fond, quoique difficilement. Au chalumeau, il se fond aussi en un globule opaque et laiteux.

E. *Action de l'air.*

7. Il est parfaitement inaltérable à l'air. A la longue il s'exfolie sur la terre, à l'aide du contact continuel des météores.

F. *Action de l'eau.*

8. L'eau ne le dissout point dans nos laboratoires. Il paraît cependant dissoluble par des moyens que la nature nous cache encore, puisqu'il est visiblement cristallisé par l'eau. On ne peut pas le faire cristalliser artificiellement.

G. *Sa décomposition; proportion de ses principes.*

9. On le décompose à la chaleur rouge, par l'hidrogène, par le carbone, par quelques métaux; on le change alors en sulfure de barite hidrogéné ou métallique. Le premier de ces sulfures, fait avec le charbon, est phosphorique. On nomme ce composé lumineux *phosphore de Bologne.* C'est par le charbon qu'on le brûle pour en séparer la barite.

10. Il n'est décomposé que par les acides phosphorique et boracique, à grand feu.

11. Les divers moyens d'analyse employés prouvent que le sulfate de barite naturel contient :

Acide sulfurique 0,13 ;
Barite . . . . 0,84 ;
Eau . . . . . 0,03 ;
Et que l'artificiel renferme :
Acide . . . . . 0,33 ;
Barite . . . . 0,64 ;
Eau . . . . . 0,03.

H. *Usages.*

12. On ne s'en sert que pour extraire la barite et pour faire le prétendu phosphore de Bologne. Il est vénéneux.

ESPÈCE II. — *Sulfate de potasse.*

A. *Synonymie ; histoire.*

1. Ce sel, un des plus anciennement connus et qui résulte de la combinaison saturée de l'acide sulfurique et de la potasse, est aussi un de ceux qui ont porté le plus de noms. On lui en a donné autant de différens qu'on a découvert successivement de manières de le préparer. On l'a nommé *tartre vitriolé*, *sel de Duobus*, *arcanum duplicatum* ou *double arcane*, *sel polychreste de Glazer*, *vitriol de potasse*, *alcali végétal vitriolé.*

2. Lefevre, Glazer, Stahl, Rouelle, Bergman sont les principaux chimistes qui l'ont examiné successivement et à qui on doit son histoire complète.

B. *Propriétés physiques ; histoire naturelle.*

3. Le sulfate de potasse se cristallise en prismes hexaèdres

terminés par des pyramides à six faces, comme le cristal de roche. Cette forme est susceptible de plusieurs variétés. On le trouve, en simples pyramides à six faces réunies, sur un fond irrégulier, en deux pyramides hexaèdres unies bases à bases, en deux pyramides séparées par un prisme très-court; quelquefois, quoique très-rarement, les pans de ses prismes varient en nombre, et les faces de ses pyramides sont très-inégales.

4. Sa saveur est amère et âcre, un peu salée.

5. Il est très-peu dur et facile à réduire en poussière.

6. On ne le trouve point parmi les fossiles; il existe dans les sucs et les cendres des végétaux et dans quelques humeurs animales.

C. *Préparation; extraction; purification.*

7. On le sépare des cendres des végétaux par leur lixiviation dans l'eau. On le purifie par la cristallisation. On le fabrique de toutes pièces en unissant immédiatement l'acide sulfurique à la potasse, en décomposant les autres sels à base de potasse par le même acide, en décomposant des sulfates terreux et métalliques par la potasse, en brûlant du soufre avec ce même alcali. On avait cru autrefois faire autant de sels différens dans ces divers procédés, et voilà pourquoi on lui avait donné des noms si variés.

D. *Action du feu.*

8. Le sulfate de potasse décrépite et perd l'eau de sa cristallisation à un feu brusque. A une grande chaleur, il se fond et se fige en une espèce d'émail salin en refroidissant. Il faut une très-haute température pour le réduire en vapeur. Au chalumeau, il se fond en un globule vitreux opaque sans se sublimer sensiblement. L'action du feu ne lui fait perdre que de l'eau, et n'altère en aucune manière sa nature et sa composition.

E. *Action de l'air.*

9. Il est parfaitement inaltérable à l'air.

F. *Action de l'eau.*

10. L'eau en glace se fond lentement avec le sulfate de potasse sans produire un refroidissement bien sensible. L'eau liquide, à dix degrés de température, en dissout un seizième de son poids; l'eau bouillante en dissout près d'un cinquième; il se cristallise par le refroidissement, mais confusément. C'est par une évaporation spontanée très-lente qu'on obtient les cristaux réguliers et transparens du sulfate de potasse.

G. *Décomposition; proportion des principes.*

11. Quand on décompose ce sel par l'hidrogène ou le carbone, à la température rouge, on en obtient du sulfure de potasse hidrogéné ou carboné; par les métaux, du sulfure de potasse et de l'hidrosulfure métallique.

12. L'acide sulfurique y adhère par la chaleur et en recompose un autre sel avec excès d'acide, qui sera examiné après celui-ci.

13. L'acide nitrique en décompose à peu près le tiers, même à froid; ce qui est dû à l'attraction double de cet acide pour la potasse, et du sulfate de potasse pour l'acide sulfurique. L'acide muriatique en opère aussi la décomposition partielle, moins abondante même que celle qui est produite par le précédent. Il résulte de ces décompositions un peu de nitrate ou de muriate de potasse et beaucoup de sulfate acide de potasse.

14. Il n'y a que la barite parmi les bases, qui le décompose, en s'emparant de l'acide sulfurique avec lequel elle a plus d'attraction que n'en a la potasse. Cette décomposition s'opère par la voie humide comme par la voie sèche. Une dissolution

de barite versée dans une dissolution de sulfate de potasse y fait un précipité pulvérulent de sulfate de barite, et la potasse reste dans la liqueur surnageante. Chauffés à sec dans un creuset, ces deux corps donnent une fritte vitreuse qui fournit de la potasse en la lessivant et qui laisse du sulfate de barite indissoluble.

15. Par les différens procédés d'analyse du sulfate de potasse, on a trouvé qu'il contenait,

Acide sulfurique 0,40,
Potasse 0,52,
Eau . . . . . 0,08.

H. *Usages.*

16. Le sulfate de potasse est employé en médecine comme fondant et purgatif à la dose de 8 à 12 grammes. On s'en sert aussi pour le traitement des eaux-mères des salpêtriers, et leur conversion en salpêtre. On peut s'en servir pour faire cristalliser les lessives d'alun. Ces deux derniers usages, très-importans, utiliseront le sulfate de potasse et feront cesser la perte qu'on en a faite jusqu'ici dans plusieurs ateliers, où l'on rejetait ce sel comme une matière presque vile et de peu de prix.

ESPÈCE III. — *Sulfate acide de potasse.*

A. *Synonymie; histoire.*

1. Ce sel n'a d'autre synonymie dans l'histoire de la science que celle de *tartre vitriolé avec excès d'acide.*

2. C'est Rouelle l'aîné qui le premier l'a fait connaître, et, malgré les objections de quelques chimistes, il est facile de s'assurer de son existence et de ses propriétés particulières, comme on va le voir.

B. *Propriétés physiques; histoire naturelle.*

3. Le sulfate acide de potasse est le plus souvent en filets

soyeux, brillans, alongés, flexibles, qui grimpent facilement dans les vases où on les prépare et se répandent au loin. On l'obtient cependant sous la forme de prismes à six pans comprimés sans pyramides bien prononcées.

4. Il a une saveur aigre, piquante, âcre, chaude et presque caustique; il rougit les couleurs bleues végétales.

5. Il n'existe pas dans la nature, ou au moins on ne l'y a pas trouvé jusqu'ici, quoiqu'il soit vraisemblable qu'on pourra le rencontrer dans le voisinage des volcans et dans les terreins sulfurés chauds.

C. *Préparation; purification.*

6. On le prépare en faisant chauffer dans une cornue du sulfate de potasse avec le tiers de son poids d'acide sulfurique concentré; l'acide partage la solidité du sel et adhère fortement.

D. *Action du feu.*

7. Au feu, le sulfate acide de potasse se fond très-vîte, beaucoup plus facilement que le sulfate de potasse: voilà pourquoi on le trouve souvent d'une seule masse dans des vases de verre mince très-fusible et qui n'ont éprouvé que peu de chaleur, comme on le voit dans les cornues qui ont servi à la décomposition du nitrate de potasse par l'acide sulfurique. Quand il est fondu, il est comme une huile épaisse; en se refroidissant il se prend en une masse blanche, opaque comme un émail, offrant des filets brillans et satinés à sa surface et même dans sa cassure. A un grand feu, il perd son acide qui se volatilise; mais il faut le chauffer très-fortement et long temps pour le réduire en sulfate de potasse; ce qui prouve une grande adhérence entre ce sulfate et l'acide sulfurique.

E. *Action de l'air.*

8. Exposé à l'air, le sulfate acide de potasse n'en attire pas

l'humidité ; il devient au contraire plus blanc, plus opaque qu'il n'était, mais sans rien perdre de son acidité ni de sa sécheresse et de sa solidité.

F. *Action de l'eau.*

9. Il est beaucoup plus dissoluble que le sulfate de potasse, produit du froid avec la glace, ne demande que deux parties d'eau à dix degrés, et se dissout dans moins de son poids d'eau bouillante. Il se cristallise d'abord par le refroidissement.

G. *Décomposition.*

10. Il est plus vîte et plus facilement décomposé par les corps combustibles, l'hidrogène, le carbone rouge, qui en séparent plus de soufre ; par le soufre lui-même, qui en volatilise l'acide sulfurique excédant en acide sulfureux ; par les métaux, qui agissent, même par la voie humide, sur son acide surabondant.

11. La plupart des bases salifiables lui enlèvent son acide excédant ; la barite le décompose complètement ; la potasse le rappelle à l'état de sulfate de potasse, ainsi que toutes les bases, et même la craie qu'on emploie plus spécialement à cet usage.

12. On apprend, soit par la composition artificielle de ce sel, soit par son analyse, qu'il contient deux parties de sulfate de potasse et une partie d'acide sulfurique.

H. *Usages.*

13. Le sulfate acide de potasse n'est encore d'aucun usage.

ESPÈCE IV. — *Sulfate de soude.*

A. *Synonymie ; histoire.*

1. Le sulfate de soude résultant de la combinaison saturée

d'acide sulfurique et de soude a été nommé *sel admirable de Glauber*, *sel de Glauber*, *alcali minéral vitriolé*, *vitriol de soude*. Les minéralogistes français modernes le nomment *soude sulfatée*. Il a été découvert par Glauber, chimiste allemand, en examinant le résidu de la décomposition du sel marin par l'acide sulfurique. Parmi tous les chimistes qui, depuis l'inventeur, en ont fait l'examen par différens procédés, Bergman est celui qui l'a fait le mieux connaître par les proportions de ses principes; on a d'ailleurs à cet habile chimiste l'obligation d'avoir étendu ce travail de l'analyse exacte à beaucoup de sels.

B. *Propriétés physiques; histoire naturelle.*

2. La forme du sulfate de soude est un prisme à six pans cannelés, souvent irréguliers, dont deux sont plus larges, terminés par des sommets obliques ou deux biseaux correspondant aux côtés étroits du prisme. Il y a plusieurs variétés de cette forme, mais elles n'ont point été encore convenablement décrites.

3. Sa saveur est amère, fraiche et salée.

4. On le trouve abondamment dans les eaux de la mer et des sources salées; il effleurit souvent à la surface de la terre, sur les murs des souterrains, sur les vieux édifices. Il existe aussi dans les cendres des vieux bois, de quelques plantes, surtout du tamarisc.

C. *Préparation; purification.*

5. On le purifie par la simple dissolution et la cristallisation. On le prépare souvent artificiellement en décomposant le sel marin ou muriate de soude par l'acide sulfurique; et ce procédé, si souvent employé dans les laboratoires de chimie, en fournit même au-delà des besoins.

D. *Action du calorique.*

6. Le premier feu qu'on applique au sulfate de soude le

fait couler, en raison de la grande quantité d'eau qu'il retient dans sa cristallisation ; cette fusion n'est qu'une dissolution aqueuse ; en effet elle disparaît bientôt, et le sel se dessèche. Il perd par là 0,58. Pour le fondre alors ou lui faire éprouver la fusion ignée, il faut une chaleur rouge long temps continuée. Refroidi ensuite, il n'a point éprouvé de changement dans sa nature ; c'est toujours du sulfate de soude, auquel on rend sa forme, sa saveur fraîche, etc. en lui rendant l'eau qu'il a perdue, et dont il commence par solidifier une partie avec chaleur avant de s'y dissoudre. Dans son état de calcination, c'est-à-dire après son desséchement par l'action du feu, il a une saveur amère, chaude et âcre, et il s'échauffe avec l'eau qu'on y ajoute pour le dissoudre.

E. *Action de l'air.*

7. Exposé à l'air, le sulfate de soude se couvre promptement, sur-tout lorsque l'air est sec et chaud, d'une poussière blanche qui augmente peu à peu ; il se change tout entier en cette poussière, perd entièrement sa forme cristalline et une partie de sa saveur fraîche. Cette efflorescence est due à l'enlèvement de son eau de cristallisation par l'air ; il en perd au moins 0,30. Pour l'éviter, on tient ce sel dans des vases bien fermés, après avoir mouillé ou légèrement arrosé sa surface.

F. *Action de l'eau.*

8. L'eau dissout très-facilement le sulfate de soude ; c'est un des sels qui donnent le plus de froid avec la glace. Il faut environ cinq parties d'eau à dix degrés pour le dissoudre ; il n'en exige qu'un peu moins de $\frac{3}{5}$ de son poids lorsqu'elle est bouillante ; aussi se cristallise-t-il par le refroidissement : si celui-ci est subit, le sel se prend presqu'en masse ; s'il est lent, sa cristallisation est régulière. C'est un des sels qu'il est le plus facile de faire cristalliser : en grand, il forme des prismes

presque gigantesques, d'un demi-mètre de longueur et de plusieurs centimètres de diamètre. Il est très-transparent, très-brillant, et de la plus belle eau.

G. *Décomposition; proportions des principes.*

9. Parmi les combustibles qui agissent sur la nature du sulfate de soude, il faut sur-tout distinguer le carbone et quelques métaux, qui par une chaleur rouge le convertissent aisément en sulfure de soude; c'est le procédé qu'on emploie en grand dans quelques manufactures pour obtenir la soude de ce sel, plus abondant parmi les productions de la nature et des arts que ne l'exigent les besoins de la société.

10. Les acides agissent moins sur lui que sur le sulfate de potasse; l'acide sulfurique n'y adhère point autant qu'à celui-ci, et il n'y a point de vrai sulfate acide de soude; les acides nitrique et muriatique ne le décomposent presque pas.

11. Parmi les bases salifiables, la barite le décompose complétement en s'emparant de son acide, et la potasse produit, quoique moins énergiquement, le même effet.

12. A un grand feu, la silice en commence la décomposition par l'attraction double de cette terre pour la soude, et de l'acide sulfurique pour le calorique. La chaux et la strontiane paraissent aussi susceptibles de le décomposer en partie par la voie humide, et avec le contact de l'air, à l'aide de la double attraction de la soude pour l'acide carbonique atmosphérique, et de ces deux terres alcalines pour l'acide sulfurique.

13. Son analyse, faite par Bergman, prouve qu'il contient,

Acide sulfurique	0,27.
Soude	0,15.
Eau	0,58.

H. *Usages.*

14. Le sulfate de soude est un des sels les plus employés

en médecine comme fondant et purgatif. En chimie, on s'en sert pour quelques décompositions par les attractions doubles; dans les arts, on en extrait la soude.

ESPÈCE V. — *Sulfate de strontiane.*

A. *Synonymie; histoire.*

1. Ce sel, formé par la combinaison saturée d'acide sulfurique et de strontiane, est découvert depuis trop peu de temps pour qu'il ait porté plusieurs noms différens. C'est en 1793, six ans après la nomenclature méthodique, qu'il a été reconnu comme sel différent de tous les autres, et trouvé dans la nature; on lui a donné sur le champ le nom systématique qu'il devait porter. C'est à M. Klaproth, chimiste de Berlin, qu'on doit la connaissance du sulfate de strontiane. C'est la *strontiane sulfatée* des minéralogistes français.

B. *Propriétés physiques; histoire naturelle.*

2. Il n'est encore que très-peu connu; on ne l'avait trouvé il est vrai qu'à Strontian en Ecosse, mais on avait annoncé qu'il accompagnait beaucoup de variétés de sulfate de barite, et cependant sur dix variétés différentes que Pelletier a examinées, il n'en a rencontré aucune où ce sel fut sensible. On vient de découvrir ce sel abondamment en France à Bouvron, dans le département de la Meurthe, et à Montmartre près Paris. Il est en masses ou en filons, composés de prismes ou d'aiguilles très-fines, serrées les unes contre les autres à la manière de quelques variétés du sulfate de chaux, et même avec un peu d'apparence des asbestes. Sa pesanteur s'approche beaucoup de celle du sulfate de barite. Il n'a point de saveur.

C. *Extraction ; purification.*

3. On ne connaît point encore les véritables moyens de le purifier, supposé qu'il existe mélangé de différentes substances dans la nature. En le préparant artificiellement par l'union immédiate de l'acide sulfurique et de la strontiane, on l'a très-pur, sous la forme de poussière blanche, pesante, insipide.

D. *Action du calorique.*

4. Quoiqu'on n'ait point décrit exactement l'action du feu sur ce sel, on sait qu'il est fusible à une haute température, et qu'il répand une lueur phosphorique d'un jaune purpurin lorsqu'on le traite au chalumeau.

E. *Action de l'air.*

5. Il est inaltérable à l'air.

F. *Action de l'eau.*

6. On ne peut absolument le dissoudre dans l'eau.

G. *Décomposition ; proportions des principes.*

7. Il est décomposable à la chaleur rouge par les corps combustibles qui le convertissent en sulfure de strontiane, et sur-tout par l'hidrogène et le carbone.

8. Aucun acide n'agit sur lui, si ce n'est l'acide sulfurique qui le rend dissoluble dans l'eau ; il a, comme tous les sulfates, la propriété d'être décomposé à l'aide d'un grand feu par les acides phosphorique et boracique.

9. La barite, la potasse et la soude décomposent le sulfate de strontiane par la voie sèche, car on ne peut pas opérer sur lui par la voie humide, puisqu'il est indissoluble. Il résulte de cette décomposition des sulfates de ces bases et de la stron-

tiane pure. Les proportions de ses composans sont, d'après l'analyse du citoyen Vauquelin,

Strontiane . . . 0,54.
Acide sulfurique 0,46.

H. *Usages.*

10. On n'emploie encore le sulfate de strontiane à aucun usage ; mais il sera fort utile en chimie pour se procurer sa base et la faire servir à un grand nombre de phénomènes ou d'opérations à cause de son énergie alcaline et de ses attractions particulières.

ESPÈCE VI. — *Sulfate de chaux.*

A. *Synonymie ; histoire.*

1. Le sulfate de chaux, union saturée d'acide sulfurique et de chaux, a porté les noms de *sélénite*, *gypse*, *plâtre*, *pierre à plâtre*, *spath séléniteux*, *albâtre gypseux*, *chaux vitriolée*, *vitriol de chaux*. Les minéralogistes français modernes le nomment *chaux sulfatée*.

2. Il y a long temps qu'on en connaît la plupart des propriétés sur-tout utiles ou usuelles, quoique ce ne soit que depuis le commencement du dix-huitième siècle qu'on ait commencé à en étudier la nature intime. On l'a même quelque temps après cette époque regardé comme une terre. Les travaux successifs de Duclos, Margraff, Pott, Macquer, et surtout de Bergman, en ont développé la composition ; et les derniers spécialement n'ont plus rien laissé à desirer sur ses attractions, ses phénomènes chimiques et son analyse.

B. *Propriétés physiques ; histoire naturelle.*

3. Il n'y a que peu de matières salines aussi répandues dans

la nature que le sulfate de chaux. Il forme quelquefois des couches entières et plus ou moins épaisses de montagnes; on le trouve sans forme déterminée, ou en figures régulières. Il est sous la forme variée de dépôts, d'incrustations, de stalactites, d'albâtre, etc. Les naturalistes l'ont regardé long temps comme une pierre à cause de son peu de saveur et de dissolubilité. On le rencontre cependant dissous dans les eaux, et faisant partie des cendres de substances végétales.

4. Sa figure est constante et déterminée dans la nature. Sa forme primitive est un prisme droit quadrangulaire dont les bases sont des rhombes un peu allongés, ayant leurs angles de 113 d. et 67. Sa molécule intégrante a la même forme. Il y a trois variétés principales de figures secondaires.

a. *Sulfate de chaux amphirhombéal.* Octaèdre rhomboïdal, dont les sommets sont interceptés par deux rhombes alongés. Les lames parallèles à ces rhombes se sousdivisent en rhombes d'une autre espèce, ce qui a fait naître le mot *amphirhombéal.*

b. *Sulfate de chaux équipollent.* Prisme hexaèdre à sommets tétraèdres. L'équipollence consiste en ce qu'il y a deux décroissemens par une rangée, et un par deux rangées.

c. *Sulfate de chaux lenticulaire.*

On distingue encore le sulfate de chaux strié, celui en masses indéterminées, celui qui est déposé en stalactites, en incrustations, celui qui a passé à l'état d'albâtre, le blanc, le coloré, le transparent, l'opaque, le fin, le grossier, etc.

5. L'art ne lui donne jamais de formes égales à celles de la nature. On ne l'obtient que sous celle de petites lames brillantes, comme micacées, ou de très-petites aiguilles qui paraissent des prismes comprimés à six pans.

6. Il a une saveur fusible. Il pèse depuis 2,1679 jusqu'à 2,3114. Il a une réfraction simple. Il est très-fragile.

C. *Extraction ; préparation.*

7. On le trouve assez pur dans la nature pour n'avoir pas besoin de lui faire subir aucune préparation. Quand on le forme artificiellement, il lui manque toujours cette figure régulière et cette transparence qui indiquent un composé pur et sans mélange.

D. *Action du calorique.*

8. En exposant au feu le sulfate de chaux, il perd promptement l'eau de sa cristallisation, il se calcine en décrépitant, il devient très-friable, blanc opaque, doux sous le doigt, et susceptible de s'échauffer un peu avec l'eau qu'il solidifie en petite quantité. C'est ce qu'on nomme du *plâtre cuit.* En le chauffant très-long temps et très-fortement, il devient phosphorescent, et finit par se fondre. Au chalumeau, il donne un globule vitreux opaque.

E. *Action de l'air.*

9. Il est parfaitement inaltérable à l'air.

F. *Action de l'eau.*

10. Il est peu dissoluble dans l'eau. Cinq cents parties de ce liquide à dix degrés suffisent à peine pour en dissoudre une de sulfate de chaux. Il n'en exige que quatre cent cinquante d'eau bouillante. Il se dépose en partie par le refroidissement sous la forme des petites aiguilles indiquées plus haut. Lorsqu'il est calciné, il fait avec un peu d'eau qu'il absorbe, une pâte qui prend de la dureté et de la cohérence entre ses molécules, mais qui reste cassante. Tels sont ces statues blanches et ces vases de plâtre fin coulé dans des moules, qui se brisent par le moindre choc.

G. *Décomposition ; proportion des principes.*

11. Les corps combustibles décomposent plus difficilement ce sel et moins complétement que la plupart des autres sulfates. Le carbone, dans l'état d'oxides végétaux et animaux, paraît cependant le décomposer à la longue par la voie humide, et telle paraît être la cause de l'odeur fétide et du trouble que contractent les eaux qui le tiennent en dissolution lorsqu'on y laisse séjourner quelques substances organiques.

12. L'acide sulfurique le rend très-dissoluble sans y adhérer et sans le convertir en sulfate acide de chaux qui n'existe pas. Les acides nitrique et muriatique augmentent sa dissolubilité, sans le décomposer. L'acide phosphorique le décompose en partie à froid, parce que les deux sels calcaires qui se forment dans ce cas ont une certaine tendance pour prendre l'état de sels acides.

13. La barite, la potasse, la soude et la strontiane le décomposent complétement, et en séparent la chaux en s'unissant à l'acide sulfurique. Cette décomposition a lieu à chaud comme à froid.

14. L'analyse de ce sel y a montré les proportions suivantes :

Acide sulfurique 0,46.
Chaux . . . . . 0,32.
Eau . . . . . 0,22.

H. *Usages.*

15. Les usages du sulfate de chaux sont assez multipliés. Cuit ou calciné sous le nom de plâtre pur, ou plâtre fin, on en coule des statues, des vases, etc. dans des moules ; on s'en sert comme d'une poudre absorbante, dans beaucoup de cas. Il fait une des bases du stuc. On conserve les échantillons réguliers et divers de ce sel dans les cabinets d'histoire

naturelle. En chimie, on l'emploie pour faire des dissolutions, etc. etc.

ESPÈCE VII. — *Sulfate d'ammonniaque.*

A. *Synonymie; histoire.*

1. Le sulfate d'ammoniaque, ou sel saturé d'acide sulfurique et d'ammoniaque, a été nommé *sel ammoniacal secret de Glauber*, *vitriol ammoniacal*, *alcali volatil vitriolé.*

2. C'est Glauber qui l'a découvert à la fin du dix-septième siècle, en examinant le résidu de la décomposition du sel ammoniac par l'acide sulfurique. Il en a fait d'abord pour le traitement des mines un procédé secret, par lequel il prétendait beaucoup mieux réussir à leur essai. Depuis lui, Boerhaave, Stahl, Macquer, Bucquet et Bergman l'ont examiné et en ont décrit les principales propriétés.

B. *Propriétés physiques; histoire naturelle.*

3. Le sulfate d'ammoniaque bien cristallisé est sous la forme d'un prisme à six pans, terminé par des pyramides à six faces. Souvent cette forme varie par le nombre des faces du prisme, l'alongement ou le raccourcissement ainsi que les faces des pyramides. On l'obtient aussi en lames, en filets soyeux, en aiguilles grouppées.

C. *Préparation.*

4. On ne le connaît pas dans la nature. On le fabrique toujours pur en unissant directement et jusqu'à saturation l'acide sulfurique et l'ammoniaque, et en faisant cristalliser avec soin cette combinaison. Il est aussi, comme on le verra dans les articles suivans, le produit de la décomposition de beaucoup de sels ammoniacaux par l'acide sulfurique pur ou engagé.

D. *Action du calorique.*

5. Lorsqu'on le chauffe doucement, il se fond dans son eau de cristallisation ; ensuite en continuant à le chauffer, il perd une portion de sa base ammoniacale dont on reconnaît la volatilisation à son odeur. Il est alors avec excès d'acide, et se sublime dans cet état. On pourrait même regarder cette espèce de sel ainsi sublimé, comme réellement différente du sulfate d'ammoniaque, et la décrire à part sous le nom de sulfate acide d'ammoniaque, s'il n'était plus utile de la reconnaître comme une simple variété du premier, qu'on n'obtient guères qu'en chauffant celui-ci. Cette variété, ainsi formée par l'action du feu, diffère du sulfate d'ammoniaque d'où elle provient, par sa saveur aigre, sa propriété de rougir beaucoup de couleurs bleues végétales, sa forme un peu modifiée, une plus grande dissolubilité, et une action diverse sur plusieurs composés.

E. *Action de l'air.*

6. Le sulfate d'ammoniaque est très-peu altérable à l'air ; lorsque l'atmosphère est très-humide, il se ramollit ou s'humecte légèrement. Le sulfate acide d'ammoniaque est un peu plus déliquescent.

F. *Action de l'eau.*

7. Il est très-dissoluble dans l'eau, et n'en exige que deux parties lorsque ce liquide est à la température de dix degrés. L'eau bouillante en dissout beaucoup davantage. Aussi se cristallise-t-il très-facilement par le refroidissement. Mais sa plus belle et sa plus régulière cristallisation est le résultat de l'évaporation spontanée et lente.

G. *Décomposition ; proportions des principes.*

8. Le sulfate d'ammoniaque ne se laisse pas décomposer

par les corps combustibles comme les autres sulfates, en raison de sa volatilité. Quand on le traite par l'hidrogène et le carbone à la chaleur rouge, ainsi que par le phosphore et les métaux, on ne le décompose qu'en sulfite ammoniacal qui se volatilise, avant d'être porté par une décomposition plus avancée, à l'état de sulfure ammoniacal.

9. Quelques oxides métalliques ont la propriété de le décomposer même à froid, et d'en dégager l'ammoniaque.

10. Les acides se comportent un peu diversement avec ce sel qu'avec les autres sulfates en général. L'acide phosphorique ne le décompose point à chaux comme eux, parce que le sel est volatilisé avant que l'acide ait pu se porter sur l'ammoniaque. L'acide sulfurique y adhère presque comme au sulfate de potasse, et en forme un sulfate acide d'ammoniaque. L'acide nitrique et l'acide muriatique en décomposent environ le quart, à cause de la tendance du sulfate d'ammoniaque pour prendre un excès d'acide.

11. Parmi les bases, la barite, la potasse, la soude, la strontiane et la chaux, le décomposent à froid et par la seule trituration à sec, ou par le simple mélange des dissolutions. L'ammoniaque se sépare en gaz, et il se forme des sulfates de ces différentes bases. A chaud, la décomposition est plus rapide et plus complète.

12. Il y a quelques bases qui ont la propriété de ne décomposer qu'en partie le sulfate d'ammoniaque, et de former avec l'autre portion un sel à deux bases ou un trisule. Telle est sur-tout la magnésie quand elle agit à froid et par la voie humide ; cependant elle décompose entièrement ce sel et en dégage l'ammoniaque complétement par la voie sèche et à l'aide de la chaleur.

13. M. Kirwan a donné les proportions des composans du sulfate d'ammoniaque dans l'ordre suivant :

Acide sulfurique 0,42.
Ammoniaque. . 0,40.
Eau . . . . . 0,18.

H. *Usages.*

14. Les usages du sulfate d'ammoniaque sont encore très-bornés. Il n'est guères préparé que pour les expériences de chimie. Les idées de Glauber, ou plutôt ses prétentions sur l'avantage d'essayer et de traiter les mines par ce sel, ne se sont pas confirmées.

ESPÈCE VIII. — *Sulfate de magnésie.*

A. *Synonymie; histoire.*

1. Le sulfate de magnésie, ou composé saturé d'acide sulfurique et de magnésie, a été nommé *sel d'Epsom*, *sel d'Egra*, *sel de Sedlitz*, *sel de Canal*, à cause des différens lieux dont les eaux minérales le fournissent par l'évaporation. On l'a désigné par le nom de *sel cathartique amer*, en raison de sa saveur et de sa propriété assez fortement purgative. Dans des systèmes un peu plus méthodiques de nomenclature, on l'a appelé *vitriol de magnésie*, ou *magnésie vitriolée*. Dans la minéralogie française actuelle, on le nomme *magnésie sulfatée*.

2. On a long temps méconnu la vraie nature de ce sel. On l'a confondu avec le sulfate de soude, quoique Frédéric Hoffman eût essayé de l'en faire distinguer au commencement de ce siècle. M. Black a donné le premier les notions les plus précises et les plus exactes sur la base de ce sel et sur sa différence avec le sulfate de soude. Macquer, Bucquet, Bergman ont ajouté plus d'exactitude encore aux travaux de M. Black; et depuis leurs recherches, il ne reste plus rien d'obscur dans l'histoire du sulfate de magnésie.

B. *Propriétés physiques ; histoire naturelle.*

3. Le sulfate de magnésie bien pur et bien préparé est en prismes à quatre pans terminés par des pyramides à quatre faces, tous réunis à angles droits ; c'est-à-dire que les coupes des prismes ne sont point rhomboïdales. Il y a peu de variétés dans cette forme.

Voici comment les décrit le citoyen Haüy.

Forme primitive. Prisme quadrangulaire à bases carrées, divisible dans le sens des diagonales de ses bases.

Molécule intégrante. Prisme triangulaire dont les bases sont des triangles rectangles isocèles.

Variétés.

a. *Sulfate de magnésie alterne.* Prisme quadrangulaire à sommets dièdres, situés en sens contraire l'un de l'autre.

b. *Sulfate de magnésie homologue*, c'est-à-dire dont les sommets se correspondent. Prisme quadrangulaire rectangle, terminé par deux pyramides quadrangulaires.

4. Sa saveur est amère et fraîche ; c'est un des sulfates dont l'amertume est la plus forte et la plus désagréable.

5. On trouve le sulfate de magnésie dans quelques efflorescences salines de grottes ou de cavités souterraines, dans beaucoup d'eaux minérales salines, dans les eaux de la mer.

C. *Préparation.*

6. On ne prépare jamais artificiellement le sulfate de magnésie, parce que la nature le présente assez abondamment pour tous les usages auxquels on l'emploie.

7. On le purifie facilement par la dissolution dans l'eau et par la cristallisation. Lorsqu'il est en cristaux bien transparens et bien prononcés, en prismes quadrangulaires droits, terminés par des pyramides tetraèdres, il est très-pur.

D. *Action du calorique.*

8. Quand on chauffe le sulfate de magnésie, il se fond promptement dans son eau de cristallisation ; mais cette liquéfaction aqueuse est toujours épaisse et pâteuse ; en refroidissant, il se fige en masse irrégulière demi-transparente. Si on continue à le chauffer, il perd toute son eau de cristallisation, il se dessèche, et il est extrêmement difficile de lui communiquer la véritable fusion ignée. Il ne perd point son acide par le plus grand feu. En le redissolvant ensuite dans l'eau, on lui donne sa première forme et toutes ses propriétés. Au chalumeau, il se fond plus difficilement encore que le sulfate de chaux, en un globule vitreux opaque.

E. *Action de l'air.*

9. Le sulfate de magnésie exposé à l'air, ne se couvre qu'en été, lorsque l'air est chaud sec et fort dissolvant, d'une efflorescence saline ou d'une legère couche de sel desséché, qui ne pénètre point les cristaux et qui défend même leur intérieur de toute altération, de sorte qu'il n'est que très-peu et superficiellement efflorescent. Cette propriété est bien éloignée de la prompte, facile et complète efflorescence du sulfate de soude, et de quelques autres sels de la même base, qui tombent tout entiers en poussière à l'air.

F. *Action de l'eau.*

10. Ce sel est un des plus dissolubles que l'on connaisse ; il ne lui faut que son poids d'eau froide à dix degrés pour le dissoudre. L'eau bouillante en dissout un tiers de plus que son propre poids. Il se cristallise mal et en très-petites aiguilles par le refroidissement. C'est ainsi qu'on le prépare en grand dans les lieux où on l'extrait de l'eau salée, et d'où on l'apporte sous cette forme de très-petites aiguilles ; c'est ainsi même qu'on

a long temps imité dans la ci-devant province de Lorraine le *sel d'Epsom*, en troublant par l'agitation la cristallisation des eaux mères des salines, dont la sulfate de soude se prend alors très-vîte et confusément en aiguilles pressées les unes sur les autres. Il faut laisser évaporer spontanément la dissolution de sulfate de magnésie, pour avoir les beaux cristaux en prismes droits quarrés avec les pyramides quadrangulaires indiquées ci-dessus.

G. *Décomposition; proportions.*

11. Dans sa décomposition par l'hidrogène et le carbone, le sulfure de magnésie qui se forme perd très-facilement son soufre; et il ne faut chauffer ni trop ni trop longtemps, si l'on veut le conserver dans cet état.

12. Quelques oxides métalliques décomposent en partie le sulfate de magnésie et forment des sels triples magnésio-métalliques.

13. Aucun acide n'altère le sulfate de magnésie; l'acide sulfurique n'y adhère pas; le nitrique et le muriatique ne lui enlèvent rien de sa base, parce qu'il n'a pas de tendance à former du sulfate acide de magnésie.

14. Toutes les bases terreuses et les alcalis fixes, excepté la silice, la glucine, l'alumine et la zircone, décomposent le sulfate de magnésie. La barite et la strontiane ne peuvent pas être employées pour précipiter la magnésie, parce qu'elles se précipitent avec elles en sulfates de barite et de strontiane indissolubles. La chaux se dépose aussi en partie en sulfate calcaire. La potasse et la soude séparent la magnésie pure; il faut la laver à grande eau et même à l'eau bouillante pour lui enlever la portion d'alcali et de sulfates alcalins qui la souillent. Mais on verra par la suite que ce mode de précipitation de la magnésie n'est pas le meilleur que l'on puisse employer.

15. L'ammoniaque ne décompose qu'une petite portion de sulfate de magnésie, elle n'en sépare qu'une partie de sa base,

et forme avec la portion de ce sel non décomposée un sel triple qui va être décrit. Le sulfate d'ammoniaque s'unit tout entier au sulfate de magnésie, et constitue un sel à double base, le même que celui qui résulte de la demie-décomposition de ce sel par l'ammoniaque.

16. L'analyse du sulfate de magnésie a donné à Bergman la proportion suivante pour ses composans :

Acide sulfurique 0,33.
Magnésie . . . . 0,19.
Eau . . . . . 0,48.

H. *Usages.*

17. Le sulfate de magnésie est employé en médecine comme purgatif et fondant. Il fait la base de beaucoup d'eaux minérales purgatives. Il sert en chimie et en pharmacie à extraire la magnésie. Il n'a point encore d'utilité dans les arts.

ESPÈCE IX. — *Sulfate ammoniaco-magnésien.*

A. *Synonymie ; histoire.*

1. Le sulfate ammoniaco-magnésien, ou la combinaison triple de l'acide sulfurique avec l'ammoniaque et la magnésie, n'étant connue que depuis peu de temps, et aucun chimiste ne l'ayant encore décrit en particulier, ce sel n'a pas encore reçu d'autres noms.

2. C'est Bergman qui a le premier fait connaître ce sel triple ou ce trisule ; depuis lui, j'en ai examiné plusieurs propriétés, et tous les chimistes les ont aujourd'hui confirmées.

B. *Propriétés physiques ; histoire naturelle.*

3. Le sulfate ammoniaco-magnésien est extrêmement cristallisable ; sa forme paraît être un octaèdre, qui varie beaucoup.

Sa saveur est amère et âcre. On ne l'a point trouvé dans la nature, quoiqu'il y ait lieu de croire qu'il y existe.

C. *Préparation.*

4. On le prépare de diverses manières, soit en décomposant en partie du sulfate de magnésie par l'ammoniaque, et en faisant évaporer la liqueur surnageante, soit en mêlant une dissolution de magnésie avec une dissolution de sulfate d'ammoniaque. On voit se déposer presque sur-le-champ des cristaux réguliers, transparens, très-brillans de sulfate ammoniaco-magnésien très-pur; ce qui prouve que ce sel est une vraie union des deux sels, et non pas comme l'expression de sel triple ou de trisule pourrait le faire croire, une combinaison de la même quantité d'acide sulfurique en même temps aux deux bases. Chacun de ces sels unis contient sa portion différente et particulière d'acide, et ce n'est pas la même qui adhère aux deux bases.

D. *Action du calorique.*

5. Le calorique fond d'abord ce sel par l'eau de sa cristallisation; il se dessèche ensuite et se décompose; le sulfate d'ammoniaque s'en dégage, et se sublime en sulfate acide, après avoir perdu une portion de son ammoniaque.

E. *Action de l'air.*

6. L'air ne l'altère point, et le sulfate de magnésie qu'il contient n'y est plus efflorescent.

F. *Action de l'eau.*

7. Il est moins dissoluble dans l'eau que chacun des sels qui le forment, puisque les dissolutions de chacun le déposent par leur mélange; il est aussi plus dissoluble à chaud qu'à froid, et on peut le faire cristalliser par refroidissement.

G. *Décomposition ; proportions des principes.*

8. Il ne présente rien de particulier dans sa décomposition par les combustibles, si ce n'est qu'il se comporte avec eux en partie comme le sulfate d'ammoniaque, et en partie comme le sulfate de magnésie.

9. Les acides n'y produisent rien de particulier; l'acide sulfurique le décompose en en séparant le sulfate d'ammoniaque sous la forme de sulfate acidule.

10. Les bases agissent sur lui, comme sur les deux sulfates isolément; cependant la magnésie et l'ammoniaque n'y occasionnent aucune précipitation ni décomposition, à froid; la magnésie en dégage l'ammoniaque, à l'aide du calorique. Les alcalis fixes, la barite, la strontiane et la chaux le décomposent complétement.

11. J'ai trouvé par son analyse qu'il contenait :

Sulfate de magnésie . . 0,68.

Sulfate d'ammoniaque. 0,32.

H. *Usages.*

12. Le sulfate ammoniaco-magnésien n'est encore d'aucun usage, si ce n'est dans les démonstrations chimiques.

ESPÈCE X. — *Sulfate de glucine.*

A. *Synonymie; histoire.*

1. Le sulfate de glucine n'a encore été décrit que par le citoyen Vauquelin, en floréal de l'an six, dans le journal des pharmaciens de Paris.

B. *Propriétés physiques.*

2. Ce sel est susceptible de se cristalliser, mais difficilement;

on n'a point encore déterminé sa forme. Il a une saveur très-sucrée et légèrement astringente. On ne le connaît pas encore dans la nature.

C. *Préparation.*

3. On prépare le sulfate de glucine, en combinant directement cette terre avec l'acide sulfurique auquel elle s'unit facilement, soit dans son état pur, soit saturée d'acide carbonique; on évapore la dissolution qui prend la consistance de sirop et qui fournit, par le refroidissement et le repos, des aiguilles ou prismes fins mal configurés.

D. *Action du calorique.*

4. Quand on expose le sulfate de glucine au feu, il se fond, se boursouffle et se dessèche. En le faisant rougir fortement, il se décompose tout entier, l'acide sulfurique s'échappe en vapeur et la terre reste pure.

E. *Action de l'air.*

5. Il ne paraît pas être sensiblement altérable à l'air.

F. *Action de l'eau.*

6. Il est très-dissoluble dans l'eau; sa dissolution prend facilement la consistance d'un sirop, et on a de la peine à la faire cristalliser.

G. *Décomposition; proportions des principes.*

7. Aucun acide ne décompose le sulfate de glucine, en sorte que le sulfurique l'emporte sur tous les autres par son attraction pour cette terre. On a déja dit qu'il s'en séparait à grand feu. Le charbon rouge le convertit en sulfure. Il ne se change point en pyrophore par cette décomposition, quoiqu'on y ajoute du sulfate de potasse, comme le fait l'alun.

8. Toutes les bases alcalines et terreuses précipitent la glucine de la dissolution de ce sel ; il n'y a que l'alumine, la zircone et la silice qui n'en opèrent point la décomposition.

9. L'infusion de noix de galle forme dans sa dissolution un précipité blanc jaunâtre, qui peut être regardé comme un des caractères de ce sel, puisqu'il n'y a presque aucune autre substance saline et non-métallique qui présente une semblable propriété. On n'a point encore indiqué les proportions de ses principes.

H. *Usages.*

10. Le sulfate de glucine est encore trop peu connu et n'a été obtenu qu'en trop petite quantité pour avoir pu être employé. Il n'est pas invraisemblable qu'il pourra servir d'astringent en médecine.

ESPÈCE IX. — *Sulfate d'alumine, saturé ou acide.*

A. *Synonymie ; histoire.*

1. Le sulfate d'alumine, ou l'union de l'acide sulfurique avec l'alumine, soit saturé, soit acide, n'a point de synonymie en chimie, car ce sel n'était point connu avant les dernières recherches sur les aluns par le citoyen Vauquelin. C'est à ce chimiste que l'on doit les notions exactes sur les divers états de ce genre de combinaisons. C'est d'après ses analyses que je distingue trois principales espèces, et un plus grand nombre de variétés de sulfate d'alumine. Je donne deux épithètes à cette première espèce, parce qu'elle peut être dans deux états, ou former deux variétés principales. Son caractère spécifique est de ne contenir que de l'acide sulfurique et de l'alumine.

B. *Propriétés physiques ; histoire naturelle.*

2. Il est sous la forme de feuillets, ou cristaux lamelleux, mous et plians, brillans, nacrés, d'une saveur astringente avec ou sans excès d'acidité sensible. Il sera d'abord question de celui qui est saturé d'alumine. Il existe sans doute dans la nature, mais on ne l'y a pas encore reconnu.

C. *Préparation.*

3. On le prépare en dissolvant de l'alumine bien pure et bien exempte d'alcali dans de l'acide sulfurique également pur, en faisant chauffer quelque temps ces deux corps, en évaporant à siccité la dissolution, en faisant sécher assez fortement le résidu, puis en le faisant redissoudre dans l'eau et cristalliser. Sans l'évaporation et la désiccation, il serait acidule; et il l'est, tant qu'il reste sous forme liquide.

D. *Action du calorique.*

4. Le sulfate d'alumine est infusible au feu ; il se dessèche et se réduit en poudre par une longue calcination ; à une haute température, il perd son acide.

E. *Action de l'air.*

5. Il est peu altérable par l'air ; il y conserve sa forme et son brillant ; il n'en attire que très-peu l'humidité.

F. *Action de l'eau.*

6. Il est assez dissoluble dans l'eau, plus à chaud qu'à froid ; il se cristallise difficilement ; on y parvient cependant par une évaporation ménagée, jointe au refroidissement.

G. *Décomposition ; proportions de ses principes.*

7. Quoiqu'il soit décomposable par les corps combustibles,

comme tous les sulfates, il l'est cependant plus difficilement que la plupart d'entre eux. Il ne forme point de pyrophore par le carbone comme l'espèce suivante.

8. L'acide sulfurique s'y unit très-facilement en excès et en forme le *sulfate acide d'alumine* deuxième variété.

Celui-ci est plus aigre que le précédent ; il se cristallise un peu plus difficilement et ses lames sont plus brillantes ; il rougit bien les couleurs bleues végétales ; il prend souvent la forme épaisse et comme gélatineuse ; il ne fait pas plus de pyrophore que lui quand on le calcine avec le carbone, à moins que le charbon employé ne contienne beaucoup de potasse. On le convertit en alun en y ajoutant de la potasse et de l'ammoniaque, tandis que le premier, le sulfate saturé d'alumine, ne peut former d'alun que par l'addition du sulfate de potasse ou du sulfate d'ammoniaque, ou qu'après avoir perdu une portion de sa terre par l'action de la potasse, ou de l'ammoniaque pures ; ce qui vient de ce qu'il ne contient pas autant d'acide sulfurique que le sulfate saturé. Enfin le sulfate acide d'alumine n'absorbe d'alumine et ne passe à l'état du premier ou de sulfate saturé, qu'en le faisant bouillir longtemps avec cette terre.

9. Toutes les bases alcalines et terreuses, excepté la silice et la zircone, décomposent les sulfates d'alumine saturé ou acide ; elles en séparent la terre à mesure qu'elles s'emparent de son acide. On ne connaît pas encore les proportions des composans du sulfate d'alumine saturé ou acide. Bergman dit que le sulfate d'alumine neutre, contient 0,50 d'alumine, et 0,50 d'acide sulfurique.

H. *Usages.*

10. Les sulfates saturé et acide d'alumine, ne sont encore d'aucun usage. Cela doit être, puisqu'ils ne sont réellement bien connus que depuis messidor an cinq (juin 1797), par

les travaux du citoyen Vauquelin, dont les résultats importans seront consignés sur-tout dans l'histoire de l'espèce suivante.

ESPÈCE XII. — *Sulfate acide d'alumine et de potasse ou d'ammoniaque ; alun.*

A. *Synonymie ; histoire.*

1. *L'alun*, proprement dit, nommé très-improprement *vitriol d'argile*, *vitriol d'alumine*, *alumine vitriolée*, n'est jamais qu'un véritable sel triple, ou même quadruple, un composé d'acide sulfurique, d'alumine, d'un peu de potasse ou d'ammoniaque, et quelquefois de ces deux dernières, où l'acide est un peu excédant à la saturation réciproque de ces deux ou trois bases. On devrait donc le nommer *sulfate acide d'alumine et de potasse*, ou *sulfate acide d'alumine et d'ammoniaque*, ou même *sulfate acide d'alumine de potasse et d'ammoniaque*, suivant sa nature particulière, car il présente ces trois variétés comme je le dirai plus bas; mais ces noms, rigoureusement exacts quand il s'agit de déterminer la nature de ce sel, sont trop longs pour ses usages si fréquens, et l'on peut leur substituer celui d'alun, en se rappelant toujours qu'il désigne une combinaison saline à deux ou à trois bases.

2. Il n'y a que peu de temps que l'on a une connaissance exacte de ce singulier sel, malgré les premières notions qu'avaient répandues, ou plutôt les soupçons qu'avaient dû faire naître dans l'esprit des chimistes les ouvrages de Bergman et de Monnet, sur la fabrication de l'alun, et la nécessité de la potasse pour obtenir ce sel en cristaux. Les citoyens Descroisilles, chimiste et habile manufacturier de Rouen, et Chaptal, professeur et manufacturier de Montpellier, ont ajouté dans leurs procédés plus de précision sur l'emploi de la potasse nécessaire

à la fabrication de l'alun. Mais c'est le citoyen Vauquelin qui a véritablement porté la lumière dans cette partie de la théorie de la science. En répétant et en confirmant l'importante découverte de M. Klaproth sur l'existence de la potasse dans la *leucite ou grenat blanc des volcans*, il a été conduit à prouver qu'il n'y avait pas d'alun sans potasse, ou sans ammoniaque, et que les terres et les mines d'alun, celle sur-tout de la tolfa, contenaient naturellement cet alcali; il a fait une analyse exacte et comparée de diverses espèces d'alun de fabrique qui lui en ont présenté trois variétés; il a donné et des caractères et des procédés pour reconnaître ces variétés; en un mot, il a rendu très-claire et très-précise l'histoire chimique de l'alun, ou plutôt celle des aluns, qui était très-obscure et très-difficile à concevoir avant ses découvertes.

B. *Propriétés physiques; histoire naturelle.*

3. Le sulfate acide d'alumine et de potasse ou d'ammoniaque, ou a trois bases (car les trois variétés ont les mêmes propriétés spécifiques) se cristallise en octaèdres réguliers. Cette forme principale est sujette à beaucoup de variétés; souvent le cristal salin est une section oblique de l'octaèdre, il en représente une moitié qui offre à l'œil une apparence de deux faces triangulaires dont les angles seraient tronqués, et des rebords à facettes rhomboïdales; quelquefois l'octaèdre est tronqué à l'extrémité de ses deux pyramides quadrangulaires, sur les autres angles et sur ses bords.

Voici comment le décrit le citoyen Haüy :

Forme primitive. L'octaèdre régulier.

Molécules intégrantes. Le tetraèdre régulier.

Variétés.

a. *Sulfate d'alumine et de potasse primitif.*

b. *Sulfate d'alumine et de potasse cubo-octaèdre.*

La forme primitive avec six facettes angulaires carrées qui répondent aux faces d'un cube.

c. *Sulfate d'alumine et de potasse triforme.*

L'octaèdre primitif avec six facettes angulaires qui répondent aux faces d'un cube, et douze facettes marginales qui prolongées donneraient le dodécaèdre à plans rhombes.

4. Sa saveur est astringente et styptique; on y remarque cependant quelque chose de douceâtre; il altère très-inégalement les couleurs bleues. Sa cassure est ondulée, glaceuse, et n'offre aucune apparence de joints naturels, ou de lames appliquées les unes sur les autres. Mais si la dissection ne permet pas de trouver la forme primitive, l'analogie fondée sur les variétés de ses cristaux comparables à ceux de plusieurs autres substances, indique que son noyau est un octaèdre.

5. Il n'existe guères dans la nature que du sulfate d'alumine et de potasse; celui qui contient l'ammoniaque comme seconde base alunifiante ou capable de faire le véritable alun, ne paraît devoir y exister que dans des circonstances très-rares. On trouve quelquefois le premier, le sulfate acide d'alumine et de potasse, effleuri sur des fossiles ou dissous dans quelques eaux. Le cit. Vauquelin l'a reconnu dans la mine d'alun crue de la tolfa, en prouvant que cette matière contenait, pour principes constituans, près de 0,44 d'alumine, 0,45 d'acide sulfurique, 0,03 de potasse, plus 0,04 d'eau et 0,24 de silice. Toutes les terres susceptibles de donner de l'alun, soit avant, soit après leur calcination, contiennent également cette combinaison toute formée. Il est reconnu que ces terres ou ces mines alumineuses sont originairement des pierres ou terres argileuses, ou des productions volcaniques contenant un peu de potasse, mêlées ou pénétrées d'ailleurs de soufre et plus souvent de sulfure de fer qui y brûle lentement à l'aide de l'eau et de l'air par le phénomène qu'on nommait autrefois *vitriolisation*, et qu'on doit appeler aujourd'hui *sulfatisation* spontanée. Il en sera parlé avec le détail convenable dans la section des métaux.

Il faut seulement concevoir ici qu'il y a deux espèces de mines d'alun, celles avec potasse, et celles sans potasse; que les premières, soit qu'elles contiennent l'alun tout formé par leur sulfatisation spontanée, soit qu'on l'y forme en brûlant leur soufre par le grillage, donnent ce sel cristallisé par la seule lixiviation; que tels sont spécialement quelques produits volcaniques longtemps exposés à l'air; que les secondes n'appartenant pas ordinairement aux produits des volcans ne donnent d'alun que par l'addition de la potasse, ou de matière ammoniacale ou des deux à la fois, à leur lessive. Tous les procédés relatifs à la fabrication de l'alun découlent de cette théorie.

C. *Extraction; préparation; purification.*

6. On fabrique, soit le sulfate acide d'alumine et de potasse, soit celui d'alumine et d'ammoniaque, de toutes pièces, en laissant long temps séjourner des pierres aluminifères, et en même temps *potassifères* dans de l'acide sulfurique, en traitant des argiles avec cet acide, et en y ajoutant de la potasse ou de l'ammoniaque. On le purifie par plusieurs lessives et cristallisations successives. On nomme ces espèces d'alun, *aluns de fabrique*. Il ne sont différens des aluns retirés de la nature que par l'ammoniaque que quelques-uns contiennent.

D. *Action du calorique.*

7. Le sulfate acide d'alumine, potassé ou ammoniaqué, ou l'alun, se comporte de la même manière, ou au moins à très-peu de chose près par l'action du feu. Il se fond très-vîte par l'impression du calorique, il se boursouffle promptement, perd son eau de cristallisation, augmente singuliérement de volume par le soulévement de ses lames desséchées, se dessèche, reste solide, poreux, gonflé, léger, très-âcre, très-acide et acerbe; rougissant beaucoup plus qu'auparavant les couleurs bleues végétales. On l'a nommé *alun brûlé*, ou *alun calciné* dans cet état.

8. Si l'on fait l'opération ou si l'on calcine l'alun dans des vaisseaux fermés, on retire plus d'un tiers de son poids d'eau qui enlève avec elle un peu d'acide sulfurique et quelquefois des traces de sulfate d'ammoniaque. Quand on lessive l'alun calciné dans l'eau, on trouve une partie de sa terre séparée, ou plutôt de sulfate saturé d'alumine et de potasse dont il sera question dans l'espèce suivante. A un grand feu, on peut isoler presqu'entièrement l'acide sulfurique de ses bases alunifiantes, et le décomposer presque complétement.

E. *Action de l'air.*

9. L'alun, quelque variété qu'on prenne, n'éprouve qu'une légère altération par le contact de l'air. Il s'effleurit seulement à sa surface, et se recouvre d'une petite couche de poussière; mais sous cette mince écorce effleurie, le sel se conserve sans changement et reste long temps inaltérable à l'air.

F. *Action de l'eau.*

10. L'alun est bien dissoluble dans seize ou vingt parties d'eau à dix degrés de température. C'est dans cette limite de seize à vingt que se trouvent comprises les trois variétés de sulfate acide d'alumine, de potasse et d'ammoniaque. L'eau bouillante en dissout les trois quarts de son poids. Aussi les trois variétés d'alun se cristallisent-elles par le refroidissement. Mais les cristaux les plus réguliers se forment par une évaporation lente et spontanée; on obtient sur-tout, en suspendant des fils, des cordes, des crins, des cheveux, dans une dissolution d'alun abandonnée à elle-même, des octaèdres parfaits et transparens comme les plus purs cristaux de roche; souvent isolés et très-volumineux: quelquefois groupés et implantés les uns sur les autres, en prismes carrés, tous hérissés des angles formés par la réunion des deux pyramides, et terminés par des pyramides tétraèdres très-bien conformées. Quand le refroidissement est

rapide, il se forme, dans les manufactures où l'on travaille en grand, des masses semblables à des rochers, et l'on croit que c'est à cause de cela qu'on a donné le nom d'*alun de roche* à quelques-uns de ces sels.

G. *Décomposition; proportions des principes.*

11. Le sulfate acide d'alumine et de potasse ou d'ammoniaque, les trois variétés d'alun, en un mot, se comportent à peu près de la même manière dans leur décomposition par les corps combustibles et par les bases : il y a cependant quelques nuances d'action qui servent à faire reconnaître les variétés et à les analyser, comme on va le voir, par les détails suivans.

12. Le carbone, en décomposant l'alun, le porte en général à l'état de sulfate d'alumine neutre si on chauffe le mélange doucement, parce que le carbone agit presqu'à nu sur l'acide sulfurique avant d'agir sur sa composition; mais lorsqu'on le chauffe fortement, il forme avec la première variété ou le sulfate acide d'alumine et de potasse, un corps noir qui s'enflamme spontanément à l'air et qu'on nomme *pyrophore*, tandis que le carbone ne produit pas le même effet avec le sulfate acide d'alumine et d'ammoniaque. Ce dernier cependant donne aussi du pyrophore lorsqu'on le calcine avec des matières végétales, comme le sucre, la farine, le miel, qui fournissent de la potasse en même temps qu'elles contiennent du carbone.

13. Le pyrophore ainsi formé contient un sulfure hidrogéné de potasse et d'alumine mêlé de carbone extrêmement divisé. Il s'allume à l'air humide plus qu'à l'air sec. Il use entièrement le gaz oxigène atmosphérique et le convertit en partie en acide carbonique; une autre partie se fixe dans le soufre qu'elle fait passer à l'état d'acide sulfurique, en sorte que lorsque le pyrophore a brûlé, il ne contient plus de

sulfure hidrogéné comme auparavant, mais du sulfate d'alumine et de potasse; ce n'est plus de l'alun, parce qu'il a perdu son excès d'acide qui lui donne son caractère : c'est ce qu'on nommait autrefois *alun saturé de sa terre.* Le pyrophore répand une odeur très-fétide lorsqu'on le jette dans l'eau, et donne une dissolution de sulfure de potasse et d'alumine hidrogéné. Il est enflammé par le gaz nitreux, par la vapeur nitreuse, par le gaz acide muriatique oxigéné. Il n'est pas encore bien connu; on ne sait pas bien la cause de son inflammation spontanée; on sait seulement que la potasse y est nécessaire, puisqu'on ne peut le faire avec du sulfate d'alumine, ni avec du sulfate d'alumine et d'ammoniaque, sans addition d'alcali fixe.

14. Les acides n'ont aucune action sur le sulfate d'alumine et de potasse ou d'ammoniaque.

15. Toutes les bases, excepté la silice et la zircone, le décomposent, à cause de leur attraction pour l'acide sulfurique, plus forte que celle de l'alumine, mais chacune avec des phénomènes particuliers. La barite en dégage l'ammoniaque quand l'alun en contient, elle précipite l'alumine mêlée de sulfate de barite qui se dépose, et laisse dans la liqueur la potasse pure, soit lorsque l'alun est à base double de potasse et d'alumine, soit lorsqu'il est à base triple d'alumine, de potasse et d'ammoniaque. On voit que la barite ne peut pas servir pour obtenir l'alumine pure; mais elle peut être utile à l'analyse de l'alun le plus compliqué : car en faisant l'expérience assez en grand et avec la dissolution de barite, où l'on ferait dissoudre l'alun, on pourrait recueillir l'ammoniaque dans un appareil distillatoire; on retrouverait la potasse dans l'eau; on séparerait l'alumine du précipité par un alcali fixe qui la dissoudrait, et on y réunirait celle qui se trouverait dissoute par la potasse dans la liqueur surnageant le précipité : enfin le poids du sulfate de barite, privé d'alumine, donnerait la dose d'acide sulfurique. Ce qui manquerait à la somme

de ces produits réunis pour égaler la quantité d'alun employée, serait de l'eau. La strontiane produirait un effet analogue et pourrait servir de la même manière à l'analyse du sel.

16. La chaux précipite l'alumine de l'alun, en dégage l'ammoniaque qui y est contenue, et laisse une portion de sulfate de potasse dans la liqueur. Le citoyen Vauquelin s'est servi avec avantage de la chaux pour déterminer la quantité d'ammoniaque contenue dans les aluns. Le précipité formé par l'eau de chaux dans une dissolution d'alun n'est point de l'alumine pure ; il est mêlé de sulfate de chaux.

17. La potasse et la soude décomposent complétement l'alun sous le rapport de l'alumine qu'il contient. On peut en obtenir cette terre pure par les alcalis fixes bien caustiques. Il faut, d'une part, ne pas trop ajouter d'alcalis à sa dissolution, car l'excès d'alcali redissoudrait l'alumine ; de l'autre, il est essentiel de bien laver à grande eau et même à l'eau bouillante l'alumine précipitée, pour la bien purifier et lui enlever la potasse ou la soude qu'elle entraîne avec elle. On peut employer ces alcalis pour démontrer aussi la présence et la quantité d'ammoniaque contenue dans l'alun, en dissolvant ce sel dans une dissolution alcaline, et en chauffant ces corps ensemble dans une cornue avec l'appareil propre à recueillir toute l'ammoniaque. On estime la proportion de cet alcali volatil par la quantité de sulfate d'ammoniaque que l'on obtient en la saturant d'acide sulfurique et en faisant cristalliser.

18. L'ammoniaque décompose l'alun, précipite la terre de sa dissolution, et peut servir à y faire reconnaître la présence et trouver la quantité de sulfate de potasse qui y est contenu. Après avoir précipité la dissolution d'alun par l'ammoniaque en excès, on évapore la liqueur qui surnage le précipité ; on chauffe dans un creuset le résidu que l'on obtient ; toute l'ammoniaque qui y est contenue se volatilise ; et lorsqu'il ne s'élève plus de vapeur blanche, c'est qu'il ne reste que du sulfate de potasse dont on n'a plus qu'à prendre le poids. C'est

un des procédés du citoyen Vauquelin pour trouver la proportion de sulfate de potasse contenue dans l'alun. Il s'est convaincu que ce sel en tenait ordinairement près d'un huitième de la quantité du sulfate d'alumine qui en fait la base. Il a trouvé dans cent parties d'alun de commerce,

Sulfate d'alumine, 0,49.
Sulfate de potasse, 0,07.
Eau, ... 0,44.

Le sulfate d'ammoniaque, quand c'est lui qui constitue l'alun par son union en trisule avec le sulfate acide d'alumine, y est, à très peu de chose près, dans une égale proportion que le sulfate de potasse qu'on y rencontre le plus souvent. Si ces deux sulfates alcalins s'y trouvent réunis au sulfate acide d'alumine, leur quantité respective peut varier; mais à eux deux, ils forment toujours environ le huitième du sulfate acide d'alumine, qui retient à peu près 0,44 d'eau de cristallisation.

19. L'alun ou le sulfate d'alumine triple ou quadruple a la propriété de dissoudre de la terre alumineuse, si on laisse quelque temps sa dissolution en contact avec de l'alumine: il se forme bientôt un sel moins aigre, susceptible de se cristalliser en cubes un peu opaques, moins fusible, moins dissoluble, décomposable et redevenant alun octaèdre par beaucoup d'eau. C'est ce qu'on a nommé *alun cubique*, et la variété que je désigne par le nom de *sulfate acidule triple* ou *quadruple*, au lieu que le précédent est du *sulfate acide triple*, etc. Si l'on fait bouillir la dissolution d'alun sur de l'alumine, on obtient enfin un sel informe, pulvérulent, sans saveur, sans dissolubilité. On va traiter de ce sel dans l'espèce suivante. Il faut seulement remarquer ici que le sulfate acide d'alumine, formant l'espèce précédente, ne peut jamais dissoudre d'alumine plus qu'il en contient, et que l'addition de potasse ou d'ammoniaque est nécessaire pour lui donner cette propriété de former ce qu'on a nommé *alun saturé de sa terre.*

20. Il résulte de ces analyses exactes et de ces travaux im-

portans des chimistes modernes, qu'il faut distinguer quatre variétés de l'alun, ou de sulfate acide d'alumine triple : 1°. *Du sulfate acide d'alumine et de potasse ;* c'est l'alun le plus pur : celui de la tolfa et des mines naturelles est le seul qui existe ; on le reconnaît à ce qu'il ne s'en dégage pas d'ammoniaque par la chaux ni les alcalis fixes : 2°. *Du sulfate acide d'alumine et d'ammoniaque ;* on y trouve cette dernière base par la chaux, la barite, etc. Après l'avoir précipité par la chaux, on évapore la liqueur surnageante, on chauffe fortement le résidu dans un creuset, et il n'y reste pas de sulfate de potasse ; cette variété est faite de toutes pièces dans les laboratoires : 3°. *Du sulfate acide d'alumine de potasse et d'ammoniaque ;* celui-ci est le plus fréquent parmi les alums de fabrique ; celui de Liége est de cette espèce : c'est en général de cette nature qu'est tout l'alun dans la fabrication duquel on emploie de l'urine : 4°. Enfin *du sulfate acidule d'alumine et de potasse* cristallisable en cube, contenant plus d'alumine ou plus de potasse et moins d'acide que les précédens.

H. *Usages.*

21. Les usages de l'alun sont extrêmement multipliés ; quelque jour sans doute on emploiera en particulier et dans des cas déterminés les variétés indiquées de ce sulfate : jusqu'ici on se sert presque indifféremment des unes ou des autres, excepté cependant l'alun cubique qui n'est préparé que dans les laboratoires de chimie. L'alun est administré en médecine comme astringent, styptique, etc. ; dans les arts, il sert aux chandeliers, aux imprimeurs, aux blanchisseurs, à ceux qui préparent les peaux, aux toiles d'impression ; il garantit les bois de l'incendie ; il retarde la putréfaction des substances animales ; il est sur-tout très-avantageux pour la teinture, qui en fait un de ses principaux ingrédiens ; c'est le mordant qui fixe le mieux les couleurs. On en reparlera sous chacun de ces rapports dans les sections suivantes.

ESPÈCE XIII. — *Sulfate saturé d'alumine triple*, etc.

A. *Synonymie ; histoire.*

1. Lorsqu'on croyait que l'alun était du sulfate d'alumine simple, ou une combinaison d'acide sulfurique et d'alumine seuls, on devait désigner le sel dont il est ici question, sous le nom d'*alun saturé de sa terre :* on croyait que l'acide toujours à nud ou excédant de l'alun se saturait simplement d'alumine ; mais le citoyen Vauquelin a fait voir que cette saturation était impossible avec le pur sulfate acide d'alumine, qu'elle n'avait lieu qu'avec les sulfates triples, contenant de la potasse ou de l'ammoniaque, et que ce qu'on avait nommé jusque-là alun saturé de sa terre, était un sel triple ou quadruple saturé d'alumine ; car il peut y avoir du sulfate d'alumine et de potasse saturé, du sulfate d'alumine et d'ammoniaque saturé, du sulfate d'alumine de potasse et d'ammoniaque saturé. Mais ces trois variétés ne présentant pas de différences bien constatées entre elles, on doit les confondre dans l'histoire des propriétés de l'espèce, qui, le plus souvent, est du sulfate d'alumine de potasse et d'ammoniaque.

B. *Propriétés physiques ; histoire naturelle.*

2. Ce sel à double base, saturé d'alumine, est pulvérulent, insipide, n'affectant jamais de forme régulière. Il n'y a pas lieu de douter qu'il n'existe dans la nature : quelques chimistes l'admettent dans les argiles ; mais il est aisé de voir aujourd'hui qu'il ne peut se rencontrer que dans celles qui contiennent en même temps de la potasse. Ainsi ce doit être spécialement dans les laves mêlées de soufre que ce sel existe.

C. *Préparation.*

3. On fabrique artificiellement le sulfate d'alumine et de potasse saturé, en faisant dissoudre dans l'eau de l'alun octaèdre ou cubique, et bouillir cette dissolution avec de l'alumine pure. L'alun abandonne peu à peu la dissolution, et se précipite, à mesure qu'il se sature de sa base terreuse, en une poussière blanche et insipide. On ne peut pas le préparer avec le sulfate d'alumine pure.

D. *Action du calorique.*

4. Ce sel n'est pas fusible au feu; il ne change de nature et ne perd son acide qu'à une température extrême.

E. *Action de l'air.*

5. Il est complétement inaltérable à l'air, et semble se confondre ainsi avec une terre absolument inerte.

F. *Action de l'eau.*

6. Quelque quantité d'eau qu'on emploie, et à quelque température qu'on élève ce liquide, il n'a absolument aucune action sur le sulfate triple d'alumine saturé.

G. *Décomposition.*

7. Ce sel est le moins décomposable des diverses variétés de sulfate d'alumine; les corps combustibles agissent peu sur lui, ou il faut employer une grande quantité de calorique pour en opérer la décomposition. Il ne donne que très-difficilement un pyrophore faible par la calcination avec le charbon.

8. Il diffère des autres sulfates alumineux par l'action que plusieurs acides exercent sur lui, en le faisant repasser à l'état d'alun ou de sulfate acide et triple d'alumine. Ce passage est lent à opérer.

9. L'acide sulfurique le dissout sur-le-champ, et le convertit très-vite en alun octaèdre.

10. Les bases alcalines et terreuses le décomposent, mais seulement en le faisant plus ou moins long temps bouillir avec de l'eau et ces substances.

11. Il paraît que c'est à lui que doit se rapporter l'analyse déja indiquée de Bergman, par laquelle il a trouvé dans ce sel saturé de terre parties égales d'alumine et d'acide sulfurique; il n'y a pas indiqué les proportions de potasse, d'ammoniaque et d'eau.

H. *Usages.*

12. On n'emploie à aucun usage le sulfate d'alumine triple saturé; ou, s'il est contenu dans quelques terres argileuses utiles par cela seul qu'elles le recèlent, ce fait n'est pas encore connu.

ESPÈCE XIV. — *Sulfate de zircone.*

A. *Synonymie; histoire.*

1. Le sulfate de zircone, ou la combinaison saturée d'acide sulfurique et de zircone, n'a pas porté d'autres noms, parce qu'il n'est découvert que depuis très-peu de temps. C'est à M. Klaproth, chimiste de Berlin, qu'on en doit la première connaissance. Le citoyen Vauquelin l'a examiné avec plus de soin encore que le savant prussien qui l'a le premier annoncé.

B. *Propriétés physiques; histoire naturelle.*

2. On ne connaît point encore ce sel dans la nature; sa terre ou sa base y est très-rare, puisqu'on ne l'a encore trouvée que dans le jargon de Ceylan et dans l'hyacinthe.

3. Le sulfate de zircone est quelquefois en petites aiguilles,

mais le plus souvent pulvérulent ; il n'a point de saveur ; il est très-friable.

C. *Préparation.*

4. On le prépare, en dissolvant la zircone extraite, comme il a été dit à son article, dans l'acide sulfurique qu'on en sature ; on fait évaporer la dissolution à siccité.

D. *Action du calorique.*

5. Il est facile à décomposer au feu ; l'acide tient très-peu à la zircone, et l'abandonne promptement. Quand on le fait bouillir dans l'eau, la terre se précipite, et l'acide reste dans la liqueur.

E. *Action de l'air.*

6. Il n'éprouve aucune espèce d'altération à l'air.

F. *Action de l'eau.*

7. Il est indissoluble dans l'eau, à moins qu'elle ne contienne quelque acide, et sur-tout le sulfurique.

G. *Décomposition.*

8. Décomposable, comme tous les sulfates, par les corps combustibles, il est inaltérable par les acides. Le sulfurique le rend seulement dissoluble dans l'eau ; et, en évaporant avec lenteur la dissolution, on l'obtient sous la forme de petites aiguilles ou de prismes très-fins.

9. Toutes les bases, excepté la silice, et même l'alumine, décomposent le sulfate de zircone ; et c'est dans cette propriété que réside spécialement le caractère de cette espèce de sel. On obtient la zircone précipitée, à l'aide de celles des bases qui forment des sels dissolubles avec l'acide sulfurique. On ne connaît point encore les proportions de ses composans.

H. *Usages.*

10. Le sulfate de zircone, encore très-peu connu, n'est d'aucun usage.

ARTICLE III.

GENRE II.

SULFITES ALCALINS ET TERREUX.

§. Ier.

Des propriétés génériques des sulfites.

1. On nomme sulfites, dans la nomenclature méthodique française, les combinaisons chimiques salines de l'acide sulfureux avec les bases salifiables. Ces composés n'ont été nommés auparavant que *sels sulfureux*. Stahl est le premier chimiste qui s'en soit occupé dans le premier tiers du dix-huitième siècle; encore n'a-t-il parlé que du sel formé par l'acide sulfureux et la potasse. C'est le seul qu'on ait connu pendant long temps. Le citoyen Berthollet a décrit plusieurs sulfites depuis la révolution de la science et la création de la doctrine pneumatique. Le citoyen Vauquelin et moi, nous avons fait une étude approfondie de ces sels pendant plusieurs années de suite: ce sera de nos recherches que j'emprunterai les caractères génériques et spécifiques des sulfites, dont aucun ouvrage élémentaire, à ma connaissance, n'a encore présenté les propriétés. Bergman s'était bien trompé lorsque, dans ses attractions électives, il avait donné à l'acide sulfureux les mêmes attractions que celles de l'acide sulfurique.

2. Les sulfites n'ont point été trouvés dans la nature. On en a cependant admis la présence dans le voisinage des volcans en activité ; mais aucune expérience positive n'a prouvé cette assertion. On les fabrique entièrement dans les laboratoires de chimie. Leur préparation exige quelques soins et quelques procédés particuliers. Il faut être sûr de la pureté de l'acide sulfureux, afin de ne pas mêler les sulfites, de sulfates. Pour cela, je reçois le gaz acide sulfureux, produit de la décomposition de l'acide sulfurique par le mercure, dans un premier flacon de Woulfe avec un peu d'eau, afin que celle-ci dissolve et arrête l'acide sulfurique non décomposé. Le gaz acide sulfureux bien pur passe de ce premier flacon, dont il traverse le peu d'eau, dans un second flacon beaucoup plus grand, plein d'eau, qui tient en suspension ou en dissolution, suivant leur nature, les différentes bases alcalines ou terreuses qu'il doit saturer. Je les prends ordinairement à l'état de carbonates, parce qu'on les a le plus souvent dans cet état. Cette méthode a beaucoup d'avantages sur la combinaison immédiate de l'acide sulfureux liquide avec ces bases ; il ne faut qu'une opération pour obtenir l'acide et les sels. On les a plus purs, parce qu'ils n'ont point eu le contact de l'air, et si concentrés, que souvent ils se cristallisent dans les vases même où on les fabrique. Le citoyen Berthollet avait suivi, avant nous, ce procédé très-simple, très-économique et très-sûr.

Les sulfites ainsi préparés n'ont pas besoin de purification.

3. Les propriétés physiques sont plus souvent propres à caractériser les espèces que les genres. Il est bon néanmoins de rechercher si quelques-unes ne sont pas générales dans toutes les espèces. Telle est ici une saveur âpre, désagréable, et assez analogue à celle du soufre chauffé et s'enflammant, que présentent tous les sulfites, même les plus insipides, lorsqu'on les promène long temps dans la bouche. Il en est dont la saveur est très-forte et nullement douteuse. Aucun

n'a d'odeur. La plupart sont susceptibles de prendre une forme régulière cristalline et déterminable. On ne connaît pas le rapport de leur pesanteur avec celle des autres genres.

4. Aucun sulfite n'est sensiblement altérable par la lumière seule. Le calorique les dessèche, les fond, les sublime diversement, suivant les différentes espèces. Il les décompose toutes lorsqu'on l'administre assez abondamment ou assez long temps : cette décomposition s'opère de deux manières ; ou bien le sulfite perd entièrement son acide sulfureux, et laisse alors sa base pure isolée ; ou bien la portion de soufre qui constitue l'acide sulfureux se volatilise, et le sulfite passe à l'état de sulfate, moins abondant qu'il n'était auparavant. Quelquefois une partie de la base est abandonnée pendant ce dernier changement. Les sulfites se colorent souvent et se tachent en jaune, en rouge, en brun, et même en noir quand on les chauffe. On dirait qu'il s'en sépare du carbone, en voyant la coloration que plusieurs d'entre eux éprouvent lorsqu'on élève beaucoup leur température.

5. Tous les sulfites s'unissent plus ou moins facilement à l'oxigène, l'absorbent et le fixent dans son état de gaz, ou l'enlèvent aux corps qui le contiennent, et passent ainsi à l'état de sulfates qui augmentent de poids sur les sulfites primitifs. C'est ainsi que l'air atmosphérique, sur le gaz azote duquel ils n'ont d'ailleurs aucune action, convertit plus ou moins facilement ou lentement les sulfites en sulfates. Cependant, sous forme sèche et cristalline, cette conversion est souvent extrêmement longue à opérer ; elle se fait, au contraire, rapidement lorsqu'on expose des dissolutions de sulfites dans l'eau, à l'air ou au gaz oxigène. L'agitation qui multiplie le contact accélère beaucoup cette sulfatisation.

6. Quelques corps combustibles convertissent, à l'aide du calorique, tous les sulfites en sulfures, excepté le sulfite d'ammoniaque. L'hidrogène et le carbone ont spécialement

cette propriété. Elle n'existe pas dans le phosphore, le soufre et le plus grand nombre des métaux.

7. Les sulfites varient beaucoup entre eux par rapport à leur dissolubilité. Les uns sont très-dissolubles; les autres ne le sont que très-peu ou point du tout. Il en est qui sont plus dissolubles dans l'eau chaude que dans la froide, et ceux-ci sont très-faciles à faire cristalliser.

8. Plusieurs oxides métalliques cèdent une portion de leur oxigène aux sulfites, et les convertissent ainsi en sulfates plus abondans que n'étaient ces sels primitifs. D'autres oxides leur font éprouver le même changement, mais par un mécanisme opposé, en leur enlevant le soufre excédent à la combinaison de l'acide sulfurique; de sorte que, comme c'est en leur ôtant un principe qu'ils les changent en sulfates, tandis que les premiers opèrent cette conversion en leur en donnant un, les sulfates produits dans le second cas sont moins abondans que les sulfites d'où ils proviennent.

9. Tous les acides décrits dans la troisième section décomposent ou altèrent les sulfites : les uns complétement, en chassant l'acide sulfureux qu'ils contiennent et en absorbant leurs bases; les autres les convertissent en sulfates en leur cédant de l'oxigène. Le sulfurique, le muriatique, le phosphorique, le fluorique, en séparent l'acide sulfureux avec vive effervescence et sous la forme de gaz. Le nitrique et le muriatique oxigéné les changent en sulfates, et passent en même temps à l'état d'acide nitreux et d'acide muriatique ordinaire. L'acide muriatique oxigéné, versé dans leurs dissolutions, les change sur-le-champ en sulfates. L'acide sulfureux rend dissolubles dans l'eau les sulfites qui ne le sont pas par eux-mêmes, sans cependant les convertir en sulfites acides.

10. Les bases salifiables n'ont d'action sur les divers sulfites que relativement à leur attraction particulière pour l'acide sulfureux. Cette action, au reste, appartient en particulier aux caractères des espèces, ainsi que l'union de quelques

bases à plusieurs sulfites qui ont la propriété de former avec elles des trisules ou sels triples. Il y a aussi quelques sulfates décomposables par plusieurs sulfites, comme on le verra dans le détail des propriétés spécifiques.

11. Les sulfites ne sont encore d'aucun usage. On ne préparait guère autrefois que le sulfite de potasse dans les laboratoires, pour faire connaître la différence générale des combinaisons de l'acide sulfureux d'avec celles de l'acide sulfurique. Quand les propriétés de ces sels seront plus généralement connues, il n'y a pas lieu de douter qu'ils pourront être employés quelque jour en médecine et dans les arts avec un grand nombre d'avantages qu'il n'est presque pas permis encore de soupçonner.

12. D'après les attractions comparées des différentes bases alcalines et terreuses pour l'acide sulfureux, et d'après l'état connu des combinaisons diverses qui existent entre ces matières, je place dans l'ordre suivant les onze espèces de sulfites que de longues recherches nous ont appris, au citoyen Vauquelin et à moi, à distinguer les unes des autres.

1°. Le sulfite de barite ;
2°. Le sulfite de chaux ;
3°. Le sulfite de potasse ;
4°. Le sulfite de soude ;
5°. Le sulfite de strontiane ;
6°. Le sulfite d'ammoniaque ;
7°. Le sulfite de magnésie ;
8°. Le sulfite ammoniaco-magnésien ;
9°. Le sulfite de glucine ;
10°. Le sulfite d'alumine ;
11°. Le sulfite de zircone.

§. II.

Des propriétés spécifiques des sulfites terreux et alcalins.

ESPÈCE I. — *Sulfite de barite.*

A. *Synonymie ; histoire.*

1. Le sulfite de barite, ou l'union saturée d'acide sulfurique et de barite, n'a point de synonymie en chimie, parce qu'avant le travail qui m'est commun avec le citoyen Vauquelin, aucun chimiste n'en avait examiné les propriétés, ni même essayé la combinaison.

B. *Propriétés physiques ; histoire naturelle.*

2. Ce sel, qui est jusqu'ici un simple produit de l'art, et qu'on n'a point encore trouvé dans la nature, où il est vraisemblable de croire qu'il n'existe point à cause de son altérabilité, est tantôt sous la forme de poussière, tantôt sous celle de petites aiguilles brillantes et opaques, quelquefois en cristaux transparens très-durs, qui sont des tétraèdres à angles remplacés par des facettes triangulaires. Il n'a que peu de saveur, et ne laisse qu'à la longue une légère impression de soufre brûlant dans la bouche. Il est d'une grande pesanteur, qui n'a point encore été exactement déterminée.

C. *Préparation.*

3. On le fait, soit en recevant du gaz acide sulfureux dans de l'eau où l'on a mêlé ou suspendu du carbonate de barite en poudre fine, soit en unissant directement de l'acide sulfureux liquide avec de la barite solide ou dissoute, soit en

décomposant des sulfites alcalins dissous avec du muriate de barite. Dans tous les cas, il se dépose en poussière ou en très-petites aiguilles. Il faut le laver à plusieurs reprises avec de l'eau distillée pour l'avoir bien pur, et le priver, ou d'excès d'acide, ou de mélange de tout autre sel quelconque.

D. *Action du calorique.*

4. Le sulfite de barite n'est ni décrépitant, ni facilement fusible au feu ; mais quand on le chauffe quelque temps, soit à l'air, soit dans des vaisseaux fermés, il s'en dégage un peu de soufre, et il reste du sulfate de barite.

E. *Action de l'air.*

5. Il est peu altérable à l'air. On peut le garder long temps dans son état sec, sans qu'il change de nature ; cependant à la longue il se convertit en sulfate de barite. On s'assure que ce changement est opéré, en jetant sur ce sel un peu d'acide sulfurique qui ne fait plus alors d'effervescence, et n'en dégage plus d'acide sulfureux, si facile à reconnaître par son odeur.

F. *Action de l'eau.*

6. Il n'est pas plus dissoluble dans l'eau que le sulfate de barite, et se précipite aussi vîte que lui au fond de ce liquide.

G. *Décomposition ; proportions.*

7. Il se comporte avec les combustibles et avec les oxides métalliques, comme on l'a dit dans l'histoire du genre ; cependant il diffère à cet égard des autres sulfites, en ce qu'il est le plus difficile à décomposer, à cause de l'adhérence réciproque de ses principes.

8. Les acides sulfurique, muriatique, etc. en dégagent l'acide sulfureux en gaz avec un pétillement très-violent.

9. L'acide sulfureux le rend dissoluble ; c'est en le dissolvant dans l'eau, par son moyen, qu'on peut l'obtenir par une évaporation bien ménagée en cristaux tétraèdres décrits ci-dessus. S'il se dépose trop vîte, il n'est qu'en petites aiguilles informes. Pour le conserver pur, il ne faut pas chauffer ou tenir même long temps cette dissolution à l'air ; car elle se convertirait en sulfate de barite.

10. Aucune base ne décompose le sulfite de barite ; c'est ce qui lui assigne le premier rang dans le genre des sulfites d'après ma méthode de classification.

11. Ce sel cristallisé est composé dans les proportions suivantes :

Barite . . . . . 0,59.
Acide sulfureux, 0,39.
Eau . . . . . 0,02.

H. *Usages.*

12. Le sulfite de barite, inconnu jusqu'ici, n'a aucun usage. Je l'emploie en dissolution dans l'eau par le moyen de l'acide sulfureux, pour reconnaître si ce dernier acide est pur, et pour en séparer l'acide sulfurique qu'il contient. Cette propriété est fondée sur ce que l'acide sulfurique ayant pour la barite beaucoup plus d'attraction que le sulfureux, et le sulfate de barite étant parfaitement indissoluble, même dans l'acide sulfureux, tout ce qu'il y a du premier de ces acides mêlé au second se précipite. On ne doit regarder comme acide sulfureux bien pur, et ne faire servir aux combinaisons salines, que celui qui ne se trouble point par la dissolution sulfureuse de sulfite de barite.

ESPÈCE II. — *Sulfite de chaux.*

A. *Synonymie ; histoire.*

1. Il en est du sulfite de chaux comme du précédent ; avant notre travail, il n'était presque pas connu. Le citoyen Berthollet est le seul chimiste qui en ait fait mention et qui ait décrit plusieurs de ses propriétés.

B. *Propriétés physiques ; histoire naturelle.*

2. Le sulfite de chaux est, ou dans l'état d'une poudre blanche, ou en cristaux de quatorze à quinze millimètres de longueur, qui représentent des prismes à six pans, terminés par des pyramides très-alongées. Sa saveur, d'abord presque nulle, ressemble ensuite à celle de l'acide sulfureux. On ne le connaît pas dans la nature.

C. *Préparation.*

3. Quoiqu'on puisse l'obtenir en unissant directement l'acide sulfureux avec la chaux, ou en décomposant par l'eau de chaux tous les autres sulfites, excepté celui de barite, je préfère, pour le préparer pur par une opération simple peu dispendieuse, le procédé suivant. On fait passer du gaz acide sulfureux obtenu, comme il a été dit à l'histoire du genre, dans une bouteille contenant de l'eau distillée, où l'on a délayé du carbonate de chaux pur en poudre (spath calcaire) ; il y a effervescence vive et peu de chaleur ; le sulfite formé reste d'abord en poudre au fond du vase. En continuant à recevoir du gaz acide sulfureux après la cessation de l'effervescence, le sulfite de chaux pulvérulent se redissout complétement ; la liqueur s'échauffe, et en refroidissant, elle fournit les beaux cristaux prismatiques indiqués plus haut. On le fait bien égouter sur un papier joseph, et on le lave avec de l'eau distillée, jusqu'à ce qu'il soit privé d'acide.

D. *Action du calorique.*

4. Le calorique ne fond point le sulfite de chaux ; il lui enlève un peu d'eau, le fait blanchir, le réduit en poussière, pour peu qu'on l'agite en le calcinant ; à un feu plus fort, il s'en sépare un peu de soufre, et le sel est alors réduit en sulfate de chaux.

E. *Action de l'air.*

5. Il paraît s'effleurir à la longue par son exposition à l'air ; il se change très-lentement en sulfate de chaux à sa surface. C'est de tous les sulfites celui qui absorbe le moins vîte l'oxigène atmosphérique, et qui conserve le plus long-temps son caractère sulfureux au contact de l'air.

F. *Action de l'eau.*

6. Il est moins dissoluble dans l'eau que le sulfate de chaux qui exige, comme on l'a vu, cinq cent fois son poids de ce liquide, puisqu'en versant un peu d'acide sulfureux dans l'eau de chaux, on obtient un dépôt de sulfite calcaire ; ce que ne fait pas l'acide sulfurique. Il lui faut environ huit cents parties d'eau pour sa dissolution.

G. *Décomposition ; proportions.*

7. Ce qui a été dit, dans l'histoire du genre, de l'action des combustibles, des oxides métalliques et des acides, est entièrement applicable au sulfite de chaux, qui ne se distingue que par un peu plus de difficulté pour être décomposé que la plupart des autres espèces du même genre.

8. La barite est la seule base qui décompose le sulfite de chaux, et qui en précipite la dissolution acide. Les alcalis fixes ni la strontiane n'en séparent pas les principes. C'est la raison du second rang que je lui ai assigné parmi les espèces.

9. L'analyse de ce sel cristallisé donne pour résultat les proportions suivantes dans ses composans.

Chaux . . . . . 0,47.
Acide sulfureux 0,48.
Eau . . . . . 0,5.

H. *Usages.*

10. Jusqu'ici ses usages ont été absolument nuls.

ESPÈCE III. — *Sulfite de potasse.*

A. *Synonymie ; histoire.*

1. Le sulfite de potasse est la seule espèce de ce genre que les chimistes ont préparée et dont ils ont reconnu quelques propriétés avant les recherches modernes dont il a déja été parlé. Stahl avait commencé à l'examiner, et long temps après lui il a été nommé *sel sulfureux de Stahl*, jusqu'à l'époque de la nomenclature française. Mais on s'était borné à en décrire la forme, la saveur et la conversion en sulfate par le contact de l'air. Tous les faits connus et qui vont être exposés ici, sont dus aux recherches du citoyen Berthollet et à celles qui me sont communes avec le citoyen Vauquelin.

B. *Propriétés physiques ; histoire naturelle.*

2. Ce sel est ou en petites aiguilles très-allongées, divergentes et rayonnées, ou en lames rhomboïdales, ou en décaèdres formés par deux pyramides tétraèdres réunies et tronquées très-près de leurs bases. Sa saveur est piquante, âcre et sulfureuse. Le plus souvent blanc et transparent, il est quelquefois légèrement jaune. On ne le connaît pas dans la nature, et sa facile conversion en sulfate de potasse annonce

qu'il ne doit y être que très passager, si par hazard il existe dans quelques cavités souterraines, comme celles de volcans, etc.

C. *Préparation.*

3. Parmi les procédés assez multipliés qu'on peut employer pour sa préparation, on doit donner la préférence à celui-ci. Une dissolution de carbonate de potasse bien pur dans trois fois son poids d'eau distillée reçoit le gaz acide sulfureux, qui a passé à travers un peu d'eau refroidie par la glace, pour le priver d'acide sulfurique. Le gaz en s'unissant à la potasse disparaît dans la liqueur; chaque bulle est entourée d'une foule d'autres petites bulles de gaz acide carbonique dégagé qui troublent la transparence du liquide. On continue à faire passer du gaz jusqu'à la cessation complète de l'effervescence; alors la liqueur est claire et chaude; à mesure qu'elle refroidit, le sulfite de potasse s'en dépose en cristaux. On le fait égouter et on le lave avec un peu d'eau froide pour lui enlever l'eau acide qui le recouvre.

D. *Action du calorique.*

4. Le sulfite de potasse décrépite sur les charbons ardens, et perd son eau de cristallisation. Chauffé lentement, et jusqu'à ce qu'il rougisse, il perd un peu d'acide sulfureux, puis une portion de soufre; il reste ensuite du sulfate de potasse avec un peu d'alcali en excès. Ainsi le calorique change les attractions respectives des principes de ce sel; d'un côté il s'unit au soufre excédent la combinaison sulfurique et le volatilise; de l'autre, la potasse a plus d'attraction avec l'acide sulfurique, à cette haute température. Le peu d'acide sulfureux qui se dégage d'abord, et le peu de potasse qui reste en excès à la fin de l'opération, prouvent que ces deux corps tiennent bien moins fortement à cet acide que la barite et la chaux.

E. *Action de l'air.*

5. Le sulfite de potasse exposé à l'air s'effleurit assez promptement, y devient blanc et opaque, et se convertit promptement en sulfate de potasse. Ce phénomène a lieu bien plus vîte dans du gaz oxigène ; ce gaz présente une absorption très-sensible quand c'est la dissolution du sulfite de potasse qu'on y tient plongée. De tous les sulfites, celui-ci est le plus rapidement changé en sulfate par le contact de l'air.

F. *Action de l'eau.*

6. L'eau dissout très-facilement le sulfite de potasse. A dix degrés, elle en prend un poids égal au sien : bouillante, elle s'en charge d'une beaucoup plus grande quantité. Il y a refroidissement pendant sa dissolution. Celle-ci exposée à l'air se couvre en peu de temps d'une pellicule qui s'épaissit, se brise, tombe au fond du vase, et est bientôt remplacée par une seconde. C'est du sulfate de potasse, bien plus promptement formé ici que par le contact de l'air sur les cristaux de sulfite. Le gaz acide muriatique oxigéné, porté dans cette dissolution, y forme sur-le-champ des cristaux brillans de sulfate de potasse, très-reconnaissables par leur moindre dissolubilité, par leur saveur amère non sulfureuse, et la parfaite inaction qu'ils éprouvent de la part des acides.

G. *Décomposition ; proportions des principes.*

7. Les corps combustibles décomposent très-bien et très-complétement le sulfite de potasse. Le charbon, chauffé avec ce sel dans une cornue, donne du gaz hidrogène sulfuré, de l'acide carbonique, et laisse pour résidu un sulfure de potasse hidrogéné. La même chose a lieu avec le gaz hidrogène qui de plus donne de l'eau.

Les oxides métalliques traités avec le sulfite de potasse

présentent d'une manière très-prononcée les quatre genres de phénomènes annoncés dans l'histoire du genre, inaction de la part de quelques-uns, cession d'oxigène et conversion en sulfate par ceux qui tiennent le moins à l'oxigène, cession d'une partie de ce principe seulement par quelques autres, dans ces deux cas formation d'un sulfate plus abondant que n'était le sulfite, enfin enlèvement du soufre par certains, changement du sel en sulfate moins abondant que lui, et passage de ces oxides à l'état de sulfures.

9. Parmi les bases salifiables, la barite et la chaux enlèvent l'acide sulfureux à ce sulfite; les dissolutions de ces terres versées dans celle du sulfite de potasse, y forment des précipités de sulfite de barite ou de chaux, et la potasse reste pure dans les liqueurs qui les surnagent.

10. Le sulfite de potasse décompose les sulfates de soude, de chaux, d'ammoniaque, de magnésie; ces bases s'unissent à l'acide sulfureux, et il se forme du sulfate de potasse.

11. Ce sel contient, d'après son analyse,

Potasse . . . . o
Acide sulfureux o
Eau . . . . . o

} La difficulté d'obtenir ce sel bien sec et pur ne nous a pas permis d'en faire une analyse exacte.

H. *Usages.*

12. On n'a encore fait aucun usage connu du sulfite de potasse dans les arts, quoiqu'il paraisse devoir leur être très-utile, en particulier pour la décoloration, les teintures, etc. Il promet un important médicament à l'art de guérir. En chimie, on le prépare pour faire connaître les différences des sulfites d'avec les sulfates. Il deviendra quelque jour un réactif important.

ESPÈCE IV. — *Sulfite de soude.*

A. *Synonymie ; histoire.*

1. Ce sel n'a point de synonymes : il était presque entièrement inconnu avant nos recherches ; le cit. Berthollet seul en avait dit quelque chose ; et les livres élémentaires n'en avaient fait aucune mention comme de la plupart des autres sulfites.

B. *Propriétés physiques ; histoire naturelle.*

2. Le sulfite de soude bien pur et bien préparé est en cristaux transparens ou en prismes à quatre pans, deux larges et deux étroits, terminés par des sommets dièdres. Il a une belle transparence ; sa saveur est fraîche et sulfureuse. On ne sait pas s'il existe dans la nature.

C. *Préparation ; purification.*

3. On le prépare comme les précédens par le gaz acide sulfureux reçu dans la dissolution saturée de carbonate de soude jusqu'à ce que l'effervescence soit passée ; la liqueur s'échauffe moins que celle du sulfite de potasse ; le sulfite de soude se précipite d'abord en masse de cristaux confus et très-petits ; on les redissout dans l'eau chaude et on les obtient très-beaux par le refroidissement.

D. *Action du calorique.*

4. Ce sel se fond très-promptement dans son eau de cristallisation presque comme le sulfate de soude, et se dessèche bientôt ; en augmentant le feu, il perd une portion de soufre et passe à l'état de sulfate.

E. *Action de l'air.*

5. Il s'effleurit à l'air, se couvre d'une poussière blanche,

sans cependant tomber tout-à-fait en poussière comme le sulfate de soude. La poudre de sa surface est bientôt changée en ce dernier sel, mais l'intérieur et toute la masse du sulfite solide n'éprouve que lentement cette conversion de la part de l'oxigène atmosphérique.

F. *Action de l'eau.*

6. Ce sel est un des plus dissolubles des sulfites ; quatre parties d'eau à dix degrés en dissolvent une partie. L'eau bouillante en prend plus que son poids ; aussi se cristallise-t-il par le refroidissement ménagé. Quelquefois sa dissolution se prend en masse lorsqu'on l'expose à l'air. Si on refroidit la dissolution promptement et si on l'agite, elle ne donne que de petits prismes aiguillés. Cette dissolution exposée à l'air se change en sulfate de soude, mais sans offrir à sa surface la pellicule qui a été décrite à l'article du sulfite de potasse. Le gaz acide muriatique oxigéné la change aussi sur-le-champ en sulfate.

G. *Décomposition ; proportion des principes.*

7. Il ne présente rien de particulier dans sa décomposition par les corps combustibles, ni par les acides qui en dégagent du gaz acide sulfureux avec un pétillement violent.

8. La barite, la chaux et la potasse s'emparent de son acide ; les dissolutions des deux premières troublent et précipitent celle du sulfite de soude. On reconnaît que celle de la potasse la décompose par la croûte de sulfate qui se forme à sa surface, lorsqu'on l'a mêlée de la première, tandis que seule la dissolution de sulfite de soude ne présente jamais cette croûte.

9. Les sulfates de potasse et de soude ne lui font éprouver aucun changement.

10. Les sulfates de chaux, d'ammoniaque et de magnésie le décomposent.

11. On y trouve par l'analyse,

Soude . . . . . 18.
Acide sulfureux 31.
Eau . . . . . 51.

C'est de tous les sulfites celui qui contient le plus d'eau de cristallisation, et c'est aussi le plus efflorescent.

H. *Usages.*

12. Il n'est encore employé à aucun usage.

ESPÈCE V. — *Sulfite de strontiane.*

Ce sel n'a point encore été examiné. Dans notre travail sur l'acide sulfureux et ses combinaisons, nous ne connaissions pas encore, le citoyen Vauquelin et moi, la strontiane, et dans nos premiers essais sur cette terre, nous n'en avions pas assez pour la combiner avec l'acide sulfureux; en sorte que le rang donné à ce sel ici n'est même encore que suggéré par l'analogie des autres genres.

ESPÈCE VI. — *Sulfite d'ammoniaque.*

A. *Synonymie; histoire.*

1. Le sulfite d'ammoniaque était complétement inconnu avant les recherches indiquées; il n'avait donc ni nom particulier, ni rang parmi les compositions salines.

B. *Propriétés physiques; histoire naturelle.*

2. Il peut être obtenu sous la forme de prismes à six pans avec des pyramides hexaèdres, ou sous celle de prismes à quatre pans rhomboïdaux, avec des sommets à trois faces

peu distinctes et présentant une sorte de convexité. Sa saveur est fraîche et piquante, ensuite sulfureuse. On a cru qu'il existait dans quelques lieux volcanisés, mais on n'a aucune certitude de ce fait avancé sans preuves positives.

C. *Préparation.*

3. On le prépare en recevant le gaz acide sulfureux pur dans un flacon d'ammoniaque liquide; l'acide gazeux est promptement absorbé; il se produit beaucoup de chaleur, parce qu'il n'y a point ici d'effervescence; le sulfite d'ammoniaque se cristallise par le refroidissement de la liqueur saturée, et cette saturation est annoncée par les bulles de gaz acide sulfureux qui traversent l'ammoniaque et viennent crever en fumée blanche épaisse à sa surface.

D. *Action du calorique.*

4. Il décrépite légèrement sur les charbons ardens, et n'éprouve point la fusion aqueuse du sulfate d'ammoniaque. Chauffé par degrés dans un vaisseau fermé, il donne d'abord un peu d'eau et d'ammoniaque; il se sublime ensuite tout entier en sulfite acide d'ammoniaque. Il se rapproche du sulfate par ce caractère. On peut dire pour le sulfite d'ammoniaque, comme on l'a dit pour le sulfate de la même base, qu'il a une variété acide.

E. *Action de l'air.*

5. Exposé à l'air, le sulfite d'ammoniaque est déliquescent; il attire d'abord l'humidité et se dessèche bientôt en sulfate ammoniacal. C'est celui de tous les sulfites qui absorbe le plus promptement l'oxigène atmosphérique et qui se convertit le plus aisément en sulfate; il lui suffit de quelques jours, tandis que plusieurs autres sulfites solides et cristallins restent des mois entiers à l'air sans se sulfatiser complétement.

F. *Action de l'eau.*

6. Il se dissout dans un poids d'eau à dix degrés égal au sien ; sa dissolution est accompagnée de beaucoup de froid. L'eau bouillante en dissout plus, et il se cristallise par le refroidissement. L'eau chargée de sulfite d'ammoniaque, agitée dans l'air, donne en quelques heures ce sel converti en sulfate, sans croûte à sa surface ni trouble dans la liqueur, parce que ce dernier sel est très-soluble.

G. *Décomposition ; proportion des principes.*

7. Il n'offre aucun caractère particulier dans sa décomposition par les combustibles et les acides, si ce n'est que les premiers le changent plutôt en sulfite acide sublimé, qu'en sulfure ammoniacal ; ce qui est dû à sa volatilité.

8. La baryte, la chaux, la potasse et la soude le décomposent complétement à froid comme à chaud.

9. La magnésie le décompose à moitié à froid, et forme avec sa portion non décomposée un sel triple. A chaud, elle le décompose complétement ; rapidement par la voie sèche, lentement par la voie humide.

10. Il ne décompose point les sulfates de potasse et de soude, mais bien le sulfate de chaux, et celui d'alumine. Il se combine tout entier avec le sulfate de magnésie sans l'altérer et en sel triple, comme avec le sulfite de la même base. Plusieurs oxides métalliques en chassent l'ammoniaque.

11. Ses principes constituans sont dans la proportion suivante :

Ammoniaque . 29.
Acide sulfureux 60.
Eau . . . . . 11.

H. *Usages.*

12. Le sulfite d'ammoniaque n'est encore appliqué à aucun usage connu.

ESPÈCE VII. — *Sulfite de magnésie.*

A. *Synonymie ; histoire.*

1. Inconnu avant les derniers travaux cités, il n'avait aucun nom et n'était point traité.

B. *Propriétés physiques ; histoire naturelle.*

2. Il est quelquefois sous forme de poussière ; mais il se cristallise très-bien. Ses cristaux sont des tétraèdres surbaissés, transparens. Il a une saveur douceâtre et terreuse qui devient bientôt sensiblement sulfureuse ; il est entièrement inodore. On ne le connait pas dans la nature.

C. *Préparation et purification.*

3. Une partie de carbonate de magnésie délayée dans deux parties d'eau et recevant dans un flacon de Woulfe le gaz acide sulfureux, suffit à cette préparation. On observe une violente effervescence et un dégagement sensible de calorique. Le sulfite de magnésie formé reste d'abord en poudre au fond de la liqueur, mais lorsque celle-ci contient plus d'acide qu'il n'en faut pour saturer la magnésie, le sel se dissout, et la dissolution exposée à l'air, en perdant son excès d'acide, dépose les cristaux tétraédriques indiqués.

D. *Action du calorique.*

4. Le sulfite de magnésie exposé au feu se ramollit, prend une liquidité visqueuse comme celle d'une gomme molle ; par

la calcination il perd 0,45 de son poids d'eau ; il se boursouffle beaucoup pendant cette opération. Si on continue ensuite l'action du feu, et si on l'augmente, l'acide sulfureux s'en dégage sans altération ; la magnésie reste alors pure, en sorte que cette opération suffit pour faire une analyse exacte de ce sel, puisqu'elle sépare les trois matières qui le forment, ce qui tient à leur faible attraction.

E. *Action de l'air.*

5. Exposé à l'air, le sulfite de magnésie s'effleurit à sa surface et se conserve transparent dans son intérieur. Il ne se change que très-lentement en sulfate par l'absorption de l'oxigène aérien.

F. *Action de l'eau.*

6. Vingt parties d'eau à dix degrés sont nécessaires pour dissoudre une partie de ce sel ; bouillante, elle en dissout un peu davantage ; aussi se cristallise-t-il par le refroidisssement. La dissolution se change promptement à l'air en sulfate de magnésie, tandis que le sel solide y reste long temps inaltérable. Quand on l'agite dans un vase très-large avec le contact de l'air, quelques heures suffisent pour cette conversion complète. L'acide sulfureux rend le sulfite de magnésie beaucoup plus dissoluble ; il ne lui faut plus alors que trois ou quatre parties d'eau pour le dissoudre. Plongée dans l'atmosphère, cette dissolution acide par l'acide sulfureux se cristallise à mesure que celui-ci s'en dégage.

G. *Décomposition ; proportion des principes.*

7. Le sulfite de magnésie n'offre rien de remarquable en particulier dans sa décomposition par les combustibles, ni par les acides, ni par les oxides métalliques.

8. La barite, la potasse, la soude, la strontiane et la chaux, le décomposent complétement en s'emparant de son acide.

Lorsqu'on traite le sulfite de magnésie dissous dans l'acide sulfureux par ces bases, il se présente quelques phénomènes particuliers. En ne mettant que la quantité suffisante d'alcalis pour saturer l'acide excédent, on obtient du sulfite de magnésie bien cristallisé, et les sulfites de potasse ou de soude restent en dissolution dans la liqueur. L'eau de chaux, et la dissolution de barite employées avec les mêmes précautions, donnent leurs sulfites indissolubles, séparés des cristaux de sulfite de magnésie, qui se forment après leur précipitation.

9. L'ammoniaque ne forme aucun précipité dans la dissolution acide de ce sel, parce que le sulfite d'ammoniaque s'unit sans décomposition avec le sulfite de magnésie. Dans la dissolution du sel sans acide, l'ammoniaque ne produit que peu de précipité, parce qu'elle entre avec la moitié au moins du sulfite de magnésie dans une combinaison saline triple.

10. Il n'agit point sur les sulfites de potasse, de soude et d'ammoniaque; il ne décompose que le sulfate de chaux.

11. Les composans du sulfite de magnésie, séparables, comme on l'a dit, par la seule action du calorique bien ménagé, sont dans la proportion suivante :

Magnésie . . . . 16.
Acide sulfureux 39.
Eau. . . . . 45.

H. *Usages.*

12. On n'a tiré encore aucun parti du sulfite de magnésie.

ESPÈCE VIII. — *Sulfite ammoniaco-magnésien.*

A. *Synonymie; histoire.*

1. On ne sait encore que très-peu de chose sur cette espèce de sel triple.

B. *Propriétés physiques ; histoire naturelle.*

2. Il est toujours en cristaux transparens, non déterminés.

C. *Préparation.*

8. On le forme soit en décomposant à moitié le sulfite d'ammoniaque par la magnésie, ou le sulfite de magnésie par l'ammoniaque à froid et par la voie humide, soit en unissant directement les dissolutions de ces deux sels, soit en ajoutant de l'ammoniaque à la dissolution acide du sulfite de magnésie.

D. *Action du calorique.*

4. Au feu, il donne de l'acide sulfureux, du sulfite acide d'ammoniaque sublimé, et de la magnésie pure pour résidu.

E. *Action de l'air.*

5. Il se change à la longue en sulfate ammoniaco-magnésien.

F. *Action de l'eau.*

6. Il est moins dissoluble que chacun des deux sulfites qui le forment par leur union. Sa dissolution se change plus vîte que le sel solide en sulfate triple.

G. *Décomposition ; proportions.*

7. Il est complétement décomposable par la barite, la chaux, la strontiane et les deux alcalis fixes.

8. On ignore ses proportions ; elles se rapprochent de celles du sulfate ammoniaco-magnésien, au moins pour la quantité relative des deux sulfates.

9. On sait encore que le sulfite d'ammoniaque s'unit en sel triple au sulfate de magnésie ; il en est de même du sulfite de magnésie et du sulfate d'ammoniaque.

H. *Usages.*

10. Il n'est encore d'aucun usage.

ESPÈCE IX. — *Sulfite de glucine.*

Dans ses rechérches sur les propriétés de la glucine, le citoyen Vauquelin ne l'a point combinée avec l'acide sulfureux. Il en a eu trop peu encore à sa disposition pour examiner toutes ses combinaisons, et spécialement le sulfite de glucine.

ESPÈCE X. — *Sulfite d'alumine.*

A. *Synonymie ; histoire.*

1. Inconnu comme la plupart des précédens, il n'avait pas plus de noms qu'eux dans les élémens de la science. Quoiqu'il ait été l'objet de plusieurs expériences dont on va donner ici le résultat, il s'en faut de beaucoup que ses propriétés soient aussi bien connues que celles de la plus grande partie des autres sulfites. On ne peut douter que les dernières découvertes du citoyen Vauquelin sur l'alun, ne soient applicables à la combinaison de l'acide sulfureux avec l'alumine, et qu'il n'y ait ici des composés salins triples, dont on n'a point encore examiné les caractères, ni même soupçonné l'existence.

B. *Propriétés physiques ; histoire naturelle.*

2. Le sulfite d'alumine est en poudre blanche, douce sous le doigt, d'une saveur d'abord terreuse, ensuite sulfureuse ; on ne le connaît pas dans la nature, quoiqu'on puisse croire qu'il existe ou dans les cratères des volcans allumés, ou

parmi les productions volcaniques sulfureuses brûlées par une longue exposition à l'air.

C. *Préparation.*

3. En recevant du gaz acide sulfureux dans de l'eau où l'on a délayé de l'alumine pure, il se combine avec cette terre sans la dissoudre, sans diminuer son volume, quoique la liqueur contienne un excès d'acide. Une partie du sel y est cependant dissoute, comme on le verra bientôt.

D. *Action du calorique.*

4. Le sulfite d'alumine ainsi fabriqué et pulvérulent perd son acide au feu, et laisse l'alumine presque pure. Cependant il s'en sépare un peu de soufre, et le résidu contient un peu de sulfite d'alumine.

E. *Action de l'air.*

5. Le sulfite d'alumine en poudre se change à la longue en sulfate par l'exposition à l'air. Mais sa dissolution dans un excès d'acide sulfureux, quoique peu abondante et presqu'insensible dans le procédé de sa préparation, offre une altération bien plus prompte. Exposée à l'air, l'eau décantée de dessus le sel pulvérulent, se couvre, en exhalant l'odeur sulfureuse, d'une pellicule tenace et ductile sans cristaux; il se dépose sur les parois du vase une croûte très-adhérente, qui est d'abord du sulfite, mais qui comme la pellicule devient du sulfate d'alumine, et qui est de nouveau dissoluble dans l'eau.

F. *Action de l'eau.*

6. Lorsque le sulfite d'alumine est bien sec, il pétille par le contact de l'eau, et se divise comme le font beaucoup de terres argileuses. Bientôt il se précipite en poussière et présente tous les phénomènes d'une matière indissoluble.

G. *Décomposition ; proportion des principes.*

7. Il n'y a aucun fait particulier remarquable dans la décomposition du sulfite d'alumine par les combustibles à chaud, par les oxides métalliques à l'aide de la chaleur, et par les acides à froid. Il réduit seulement très-vite les oxides qui cèdent facilement leur oxigène, et change conséquemment leur couleur par le simple contact.

8. Toutes les bases terreuses et alcalines, excepté la silice et la zircone, le décomposent en s'emparant de son acide et en séparant l'alumine. Il n'agit point sur les sulfates alcalins, et décompose les sulfates terreux, autres que les sulfates alumineux triples.

9. Son analyse, qu'on peut faire par le feu, donne la proportion suivante dans ses composans :

Alumine. . . . 44.
Acide sulfureux 32.
Eau . . . . . 24.

H. *Usages.*

10. On n'emploie encore à rien le sulfite d'alumine. On peut croire qu'uni à la potasse ou à l'ammoniaque, il formerait des sels triples, qui imiteraient les propriétés des aluns, et qui, en servant aux mêmes usages qu'eux, pourraient y joindre quelques avantages particuliers dus aux caractères de son acide.

ESPÈCE XI. — *Sulfite de zircone.*

Ce sel est encore entièrement inconnu. On sait seulement que la zircone est susceptible de s'unir à l'acide sulfureux, et de former avec lui un sel peu soluble. De fortes analogies portent à croire que le sulfite de zircone est la plus décom-

posable de toutes les espèces de ce genre, qu'ainsi on doit lui donner le dernier rang dans leur disposition méthodique. La petite quantité de zircone qu'on a pu se procurer jusqu'ici, et l'excessive cherté de sa préparation n'ont pas permis d'examiner encore les propriétés de toutes ses combinaisons salines; et le zircone qui n'avait point autant de droits à l'intérêt des chimistes que le sulfate, le nitrate, le muriate de cette base, est aussi celui dont on a le plus négligé l'examen.

ARTICLE IV.

GENRE III.

NITRATES TERREUX ET ALCALINS.

§. Ier.

Des caractères génériques de ces sels.

1. Les nitrates sont des combinaisons salines formées par l'acide nitrique et les bases. On les nommait autrefois simplement *nitres*, ou *salpêtres terreux et alcalins*, parce que la plus importante espèce de ce genre, celle qui sert aux plus grands usages, portait primordialement le nom de *nitre* ou de *salpêtre*. Ce dernier mot exprimait l'origine commune des principales espèces de ces sels qu'on retirait spécialement de la lessive des pierres ou platras, et qui se formait dans ces corps. Mais le nombre de ces espèces, qui s'est multiplié à mesure que les découvertes de chimie se sont accumulées, et l'existence de plusieurs dans des lieux fort différens des pierres et des décombres de bâtimens, exigeaient d'autres dénominations; et les principes de la nomenclature les ont fournies.

2. La doctrine pneumatique a répandu la plus vive lumière sur la nature et les propriétés des nitrates, tandis que les théories qui l'avaient précédée ne proposaient que des hypo-

thèses plus ou moins erronées sur ces sels. On voulait du temps de Stahl, et long temps encore après lui, que l'origine du nitre et des sels analogues fût due à l'acide du vitriol comme on l'appelait, et qu'ils fussent formés par ce dernier acide, uni à je ne sais quel produit de la putréfaction, puis fixé par les bases alcalines et terreuses. L'inflammation produite dans les corps combustibles par le nitre, principale espèce de ce genre, l'un des plus beaux et des plus étonnans phénomènes de la chimie, ainsi que la détonation qu'il fait naître, avait également été l'objet d'hypothèses et de suppositions plus éloignées les unes que les autres de la vérité. Les découvertes de M. Priestley, de Lavoisier, de M. Cavendish, du cit. Berthollet ont rallié tous ces beaux phénomènes à la théorie générale de la science moderne. La nature bien connue de l'acide nitrique, de ses principes, de sa décomposition, a dissipé les anciens prestiges et rendu très-simple l'explication de tous les effets des nitrates. Jamais la physique n'a possédé de plus grands moyens de déterminer les causes des phénomènes, que ceux qui sont aujourd'hui en notre puissance pour bien connaître les propriétés de ces sels; il ne reste plus aucune obscurité dans la doctrine pneumatique appliquée à ces composés, comme on va le prouver par le tableau des propriétés génériques des nitrates terreux et alcalins.

3. Presque toutes les espèces de ce genre existent dans la nature. On les trouve deux ou trois à la fois sur les murs des vieilles maisons, des bâtimens anciens, dans quelques terreaux des végétaux, dans le sol des caves, des écuries, des étables, des granges, des celliers, des latrines, quelquefois même dans les dépôts calcaires et marneux naturels. On observe, en général, qu'elles ne se rencontrent qu'à la surface ou à peu de profondeur. On n'en a point encore trouvé de fossiles dans l'intérieur du globe. Il y a quelques pays, l'Inde surtout, où quelques espèces de nitrates effleurissent spontanément à la surface de la terre. On les extrait aussi quelquefois

des eaux. Les végétaux en recèlent souvent de grandes quantités dans leurs vaisseaux et dans leurs fluides; on a même pensé autrefois qu'ils en étaient la source commune et unique. Mais l'on sait, aujourd'hui, que l'acide qui les constitue étant le produit de la combinaison de l'azote et de l'oxigène, il se forme sans cesse et dans tous les cas où les matières végétales et animales se décomposent lentement et se pourrissent. Telle est la théorie des nitrières artificielles dont on parlera dans l'histoire d'une des espèces suivantes.

4. Comme les espèces naturelles de nitrates sont non-seulement mêlées plusieurs ensemble, mais encore avec des sulfates, des muriates, etc. et de plus déposées dans des carbonates terreux, etc. on est obligé de les extraire de ces mélanges et de les purifier en particulier. Ce but est rempli par des lessives faites avec de l'eau, des filtrations, des évaporations, des cristallisations, des dissolutions, qu'on recommence ou qu'on multiplie en général jusqu'à ce qu'on ait obtenu les espèces que l'on veut avoir dans leur état de pureté et d'isolement. Souvent aussi ces espèces sont ou trop peu abondantes, ou trop difficiles à obtenir, pour qu'on les sépare des mélanges naturels où elles sont contenues. Dans ce cas, comme dans celui où la nature ne les offre pas, on les fabrique de toutes pièces, en combinant l'acide nitrique avec les bases particulières dont on veut obtenir les nitrates. On les fait purs alors, et il ne faut ordinairement que leur donner la forme cristalline, pour n'avoir rien à desirer à cet égard.

5. Toutes les espèces de nitrates terreux et alcalins ont des propriétés physiques qui sont particulières à chacune d'elles, et qu'on ne peut pas indiquer dans l'examen du genre qu'elles composent. Telles sont, sur-tout, les formes et les saveurs. On les décrira dans l'histoire particulière de chaque espèce de nitrate.

6. La lumière ne leur fait éprouver aucune altération connue. Quoique les premiers effets du calorique ne soient pas les

mêmes pour toutes les espèces qui diffèrent par leur fusibilité, quand on les pousse à l'extrême, quand on atteint le *maximum* de ces effets, ils se ressemblent alors pour toutes ces espèces. Il n'en est pas une qui ne soit complétement décomposée. Toutes donnent d'abord du gaz oxigène, quelques portions de vapeur nitreuse, du gaz azote, et elles se trouvent ensuite réduites à leurs bases pures. Le calorique sépare et dissout les deux principes de leur acide, en fondant chacun d'eux en gaz, et en le dégageant de sa combinaison primitive. Il faut en général une très-haute température pour obtenir cet effet, sur-tout vers la fin de l'opération; chaque espèce varie sous ce rapport, mais il n'en est pas une qui n'en soit susceptible avec plus ou moins de difficulté, suivant l'adhérence de la base.

7. Les nitrates n'éprouvent aucune altération de la part du gaz oxigène et du gaz azote, et n'absorbent rien de leurs bases; ainsi l'effet que l'air produit sur quelques-unes de leurs espèces n'est pas dû à ces fluides élastiques, mais bien à l'eau qui y est dissoute. On remarquera que l'efflorescence n'a presque jamais lieu dans ces sels, et que c'est la déliquescence qui en fait le caractère ordinaire.

8. Tous les corps combustibles agissent, à la chaleur rouge, d'une manière bien plus rapide sur les nitrates qu'ils ne le font sur les sulfates. Il s'y excite alors une combustion ou inflammation si rapide qu'il y a une détonation ou une déflagration accompagnée de beaucoup de lumière et de calorique dégagés, et une dilatation qui occasionne plus ou moins de bruit et de mouvement de projection. Les phénomènes qui ont lieu dans cette action caractérisent d'une manière si remarquable ce genre de sels qu'ils ont long temps servi exclusivement pour les distinguer, même par leur apparence et sans examen ultérieur de ce qui leur arrive et de ce qui arrive en même temps aux corps combustibles. Aujourd'hui l'on a trouvé d'autres sels qui présentent cet effet, cette inflam-

mation, cette détonation des corps combustibles rougis avec eux, dans un degré encore plus fort que les nitrates. Mais quoiqu'elle soit due à la même cause, c'est-à-dire au prompt dégagement de l'oxigène qui, retenant beaucoup de lumière et de calorique dans cette combinaison, les laisse exhaler rapidement en s'unissant aux corps combustibles, la matière que ce principe abandonne dans chaque genre de sels étant très-différente, c'est dans l'examen des suites de cette déflagration, ou de l'état des sels qui l'ont produite, que consiste le véritable caractère de ces sels.

9. L'hidrogène, en état de gaz, traversant dans un tube de porcelaine rouge un nitrate fondu et bouillant, produit une détonation forte dont le résultat est de l'eau. Le carbone, par la même chaleur, brûle rapidement et se change en acide carbonique; le phosphore, en acide phosphorique; le soufre, en sulfurique; et les métaux en oxides ou même en acides, s'il en sont susceptibles. Ainsi, le résultat de l'effet général des nitrates sur les corps combustibles est renfermé dans ces quatre points; ces corps s'enflamment tous; ils brûlent très-rapidement; ils dégagent, dans un instant, une proportion très-grande de calorique et de lumière de l'oxigène nitrique qu'ils absorbent, et ils se trouvent ensuite complétement brûlés ou saturés du principe de la combustion. Il n'est pas difficile de trouver la cause de tous ces effets simultanés, si l'on se rappelle ce qui a été dit précédemment de l'acide nitrique, de la grande proportion d'oxigène qu'il contient, 80 sur 20 d'azote, du peu d'adhérence de ses deux principes, de la proportion considérable de calorique et de lumière que l'oxigène y retient, et de l'état plus voisin de la concrétion ou de la solidité qu'il prend au contraire dans toutes les autres matières combustibles auxquelles il s'unit. On s'est assuré que ce dernier a lieu, en faisant des détonations de nitrates dans le calorimètre: on a mesuré ainsi la quantité de calorique qui se

dégage pendant la fixation de l'oxigène nitrique dans divers corps combustibles.

10. Quant à l'effet de ce qu'on nomme la fusion quoiqu'improprement, la déflagration, ou la détonation des nitrates par rapport à eux mêmes, il n'est pas plus difficile à connaître et à concevoir que celui qu'éprouvent les corps combustibles. Puisque ces sels, chauffés seuls plus ou moins fortement, montrent la décomposition de leur acide et sa séparation en ses deux élémens gazeux et leurs bases seules ou isolées pour résidus de cette décomposition, on doit en conclure que cette décomposition, rendue bien plus rapide et plus forte par la présence et l'attraction des combustibles, présente comme série d'effets relatifs au changement des nitrates le transport de leur oxigène sur les corps combustibles, le dégagement de l'azote en gaz libre, la séparation des bases salifiables ou leur isolement. Souvent ces bases se combinent plus ou moins abondamment avec les produits brûlés, ou les nouveaux acides formés. Dans la détonation par l'hidrogène, les bases se fondent dans l'eau formée lorsqu'elles sont dissolubles. Les résidus du phosphore, du carbone, du soufre, détonés avec les nitrates, sont des phosphates, des carbonates, des sulfates. Les métaux ainsi brulés laissent une partie des bases nitratées et une autre partie combinée avec leurs oxides. On se sert souvent de cette belle propriété des nitrates pour obtenir, dans l'état d'acides ou d'oxides, les substances brûlées dont on a un besoin fréquent dans les manufactures et dans les laboratoires de chimie, comme on le verra. Le même procédé, si rapidement comburant, oxidant et acidifiant des nitrates, est employé très-fréquemment en pharmacie.

11. Tous les nitrates sont dissolubles dans l'eau, produisent du froid en se dissolvant, fondent la glace, quoique faiblement en général, sont plus dissolubles à chaud qu'à froid, et se cristallisent par le refroidissement. Les espèces diffèrent les unes des autres seulement à cet égard, par les proportions

d'eau que chacune exige, à diverses températures, par leur manière de se cristalliser et par l'eau de cristallisation qu'elles retiennent. Il n'y a pas de nitrates alcalins et terreux indissolubles et par suite incristallisables. C'est ce qui fait qu'on ne les trouve que rarement purs, isolés, solides, mais presque toujours mêlés et dissous, à la surface du globe.

12. Quoique l'effet des nitrates sur la plupart des oxides métalliques en général soit peu marquée, il y a cependant parmi ces oxides deux genres d'action sur ces sels. Tantôt quelques oxides parmi ceux qui ont le plus de tendance pour s'unir aux bases salifiables, décomposent les nitrates à chaud, et en dégagent l'acide nitrique : tels sont ceux d'étain, de zinc, de manganèse. Tantôt quelques autres oxides, ceux sur-tout qui ne sont point saturés d'oxigène et qui en sont très-avides encore, chauffés avec les nitrates, en décomposent plus ou moins l'acide, le font passer à l'état d'acide nitreux ou de gaz nitreux, ou même le réduisent à son radical azote ; on trouve cette propriété dans les oxides de fer, et sur-tout dans ceux qui peuvent devenir acides.

13. Les nitrates éprouvent des altérations plus ou moins remarquables par plusieurs acides qui peuvent alors servir à les reconnaître et à les caractériser. Les acides carbonique, sulfureux, nitreux, muriatique oxigéné et fluorique sont absolument sans action sur ces sels.

14. L'acide phosphorique décompose quelques nitrates à froid, mais seulement en partie et jusqu'à ce qu'il se soit formé un phosphate acide avec leurs bases. A chaud et en devenant vitreux, cet acide les décompose complétement et en chasse l'acide nitrique en s'unissant aux bases avec lesquelles il forme des phosphates fixes et vitrifiables.

15. L'acide sulfurique concentré sépare à froid les principes des nitrates, dégage l'acide nitrique en vapeur blanche, s'unit à leurs bases et les change en sulfates. On se sert de ce procédé pour obtenir l'acide de ces sels. Le calorique que

l'on emploie pour cette opération altère, comme on le dira plus bas, l'acide nitrique et le convertit en partie en acide nitreux.

16. L'acide nitrique ne change point les nitrates; il les précipite seulement de leurs dissolutions dans l'eau, à cause de sa grande attraction pour ce liquide. Il ne forme point de nitrates acides.

17. L'acide muriatique ne change en aucune manière les nitrates à froid, mais à l'aide de la chaleur il en altère singulièrement la nature; il enlève de l'oxigène à l'acide nitrique, le fait passer à l'état d'acide nitreux, en devenant lui même acide muriatique oxigéné; il se dégage des vapeurs jaunes et rouges dans l'air; les bases se trouvent ensuite unies à de l'acide muriatique. Voilà pourquoi on peut faire, en dissolvant des nitrates dans l'acide muriatique, des mélanges qui, à l'aide de la chaleur, deviennent des acides mixtes susceptibles de dissoudre l'or et la platine.

18. L'acide boracique n'agit point à froid sur les nitrates; il les décompose à chaud, en dégage l'acide et forme les borates avec les bases. Plusieurs acides métalliques produisent le même effet.

19. Les actions des bases sur les nitrates ne sont relatives qu'aux espèces; il est cependant utile de considérer ici, comme caractère générique de ces sels, la propriété qu'ont la silice et l'alumine de favoriser le dégagement de leur acide par l'action du feu, quelque faible que soit leur attraction pour cet acide, et de retarder par leur action sur les bases, l'énergie décomposante du calorique, qui, sans leur présence, aurait séparé, comme il le fait seul, les élémens de cet acide.

20. Les nitrates n'ont pas tous une égale et générale action sur les sulfates et les sulfites, et c'est aux espèces qu'appartient l'indication du mode particulier d'énergie qu'elles exercent sur celles de ces deux premiers genres de matières salines. On y verra plusieurs effets d'attractions électives doubles.

21. Les usages des nitrates, considérés comme genre, sont aussi importans que multipliés. Il est peu de substances dont les propriétés soient aussi utiles aux chimistes ; à mesure qu'elles ont été découvertes la science s'est agrandie, et la théorie a pris une marche assurée qu'elle n'avait point eue jusques-là. Ces sels sont devenus en même temps des agens précieux pour une foule d'expériences et d'analyses. Ils fournissent souvent les moyens d'avoir des bases alcalines et terreuses dans une pureté et une énergie qu'aucun autre procédé ne pourrait leur donner. Il servent à brûler des corps qu'on ne parviendrait point à oxigéner de la même manière, ni sur-tout aussi promptement, sans leur activité comburante. Dans les arts, ils jouent également des rôles importans, ils rendent d'éminens services, quoiqu'on n'y emploie encore qu'un petit nombre d'espèces. En médecine, plusieurs de ces sels sont également des médicamens recommandables.

22. On connait onze espèces bien distinctes de nitrates, qui doivent être rangées dans l'ordre suivant, d'après le rang de l'attraction élective des bases pour l'acide nitrique :

1°. Nitrate de barite ;
2°. Nitrate de potasse ;
3°. Nitrate de soude ;
4°. Nitrate de strontiane ;
5°. Nitrate de chaux ;
6°. Nitrate d'ammoniaque ;
7°. Nitrate de magnésie ;
8°. Nitrate ammoniaco-magnésien ;
9°. Nitrate de glucine ;
10°. Nitrate d'alumine ;
11°. Nitrate de zircone.

Il n'y a point de nitrates acides ou acidules, ni de nitrates avec excès de bases.

§. I I.

Des caractères spécifiques des nitrates terreux et alcalins.

ESPÈCE I. — *Nitrate de barite.*

A. *Synonymie ; histoire.*

1. Le nitrate de barite résultant de la combinaison saturée d'acide nitrique et de barite a porté les noms de *nitre à base de terre pesante*, de *terre pesante nitrée*, de *nitre pesant*. Bergman et Schéele en ont les premiers annoncé l'existence et quelques propriétés, en 1776. Tous les chimistes qui ont embrassé l'ensemble de la science dans leurs recherches ou dans leurs ouvrages en ont parlé successivement depuis. Le citoyen Vauquelin en a presque complété l'histoire par la découverte de plusieurs faits importans, sur-tout des phénomènes de sa décomposition par le feu, de sa forme régulière.

B. *Propriétés physiques ; histoire naturelle.*

2. Ce sel, bien pur, est en cristaux octaèdres réguliers ; quelquefois on l'obtient en petites lames brillantes et comme talqueuses. Il est le plus pesant des nitrates. Sa saveur est chaude, piquante, âcre et austère. Il est dur et peu friable.

3. On ne le connaît point encore dans la nature, quoique quelques chimistes modernes en ayent annoncé la présence dans des eaux minérales. On ne le trouve pas avec plusieurs autres espèces de nitrates qu'on a coutume de rencontrer fréquemment dans les mêmes lieux et mêlés ensemble.

C. *Préparation ; purification.*

4. On prépare le nitrate de barite, soit en unissant direc-

tement l'acide nitrique avec la barite, soit en précipitant le sulfure de barite, obtenu, comme on sait, du sulfate de barite décomposé à chaud par le charbon, à l'aide de l'acide nitrique, soit en dissolvant, dans cet acide, du carbonate de barite natif. On évapore sa dissolution et on lui donne la forme cristalline octaèdre, qui est, pour ainsi dire, le premier et le plus irrécusable témoin de sa pureté.

D. *Action du calorique.*

5. Le nitrate de barite décrépite sur les charbons ardens, il devient sec après avoir bouillonné, et présente beaucoup d'étincelles autour des points du charbon allumé qu'il touche. Si on le chauffe dans une cornue, il se fond, bouillonne, donne un peu d'eau, du gaz oxigène, du gaz azote, et laisse la barite boursouflée, poreuse, solide, sous la forme d'une masse grisâtre.

6. C'est le procédé par lequel le cit. Vauquelin est parvenu à obtenir la barite pure ; c'est en effet le seul qui la fournisse, âcre, s'effleurissant avec chaleur et énergie à l'air, bouillonnant avec l'eau, jouissant enfin de tous les caractères que je lui ai assignés dans la section précédente. Il arrive quelquefois qu'on y trouve un peu d'acide carbonique, ce qui provient d'un peu de carbone que le sulfure de barite a dissous dans sa première préparation ; car on sait qu'en France on ne retire cette terre que de son sulfate natif, seul sel baritique qu'on ait encore trouvé abondamment dans le sol de la République française.

E. *Action de l'air.*

7. Le nitrate de barite bien pur est peu altérable par le contact de l'air. Cependant, quand l'atmosphère est bien sèche et chaude, il devient un peu opaque à sa surface, et paraît être légèrement efflorescent ; quand l'air est très-humide, au contraire, il semble s'humecter un peu.

F. *Action de l'eau.*

8. Le nitrate de barite bien cristallisé exige dix à douze parties d'eau à dix degrés pour se dissoudre. Il produit peu de froid pendant sa dissolution. Trois ou quatre parties d'eau bouillante suffisent pour le bien dissoudre. Il se cristallise par un refroidissement bien ménagé. C'est ainsi qu'on l'obtient en octaèdres. Si on refroidit brusquement sa dissolution bouillante saturée, il ne donne que de petites lames ou des aiguilles informes, confusément grouppées les unes sur les autres.

G. *Décomposition ; proportion de ses principes.*

9. Quoiqu'il partage toutes les propriétés du genre par rapport à sa décomposition par les corps combustibles rouges, il a, comme caractère spécifique, une détonation accompagnée de peu de flamme, il brûle en général moins activement ces corps que plusieurs autres nitrates, et ne pourrait pas servir comme eux à former des matières aussi inflammables et aussi énergiques dans leurs effets.

10. Il est parmi les espèces que l'acide phosphorique décompose en partie à froid, et dont il prend une portion de la base jusqu'au point où il forme du phosphate acide de barite. L'acide sulfurique, en le décomposant, forme spécialement dans sa dissolution le précipité le plus abondant, le plus sensible, le plus lourd et le plus indissoluble, comme sulfate de barite. Aussi les plus petites quantités d'acide sulfurique sont-elles indiquées facilement et sûrement dans les liquides par le nitrate de barite.

11. Aucune base ne le décompose, parce que la barite est celle qui adhère le plus à l'acide nitrique, et c'est en raison de cette puissante attraction qu'il tient le premier rang parmi les espèces des nitrates.

12. Il décompose tous les sulfates et les sulfites ; son acide

s'empare des bases de ceux-ci, tandis que la barite unie à l'acide sulfurique ou sulfureux, se précipite en sulfate ou en sulfite de barite.

13. Son analyse, que le calorique seul opère, comme on l'a vu, donne les proportions suivantes:

Acide nitrique. . . 38.
Barite . . . . . 50.
Eau . . . . . 12.

H. *Usages.*

Il ne sert encore qu'aux démonstrations de chimie, et pour indiquer la présence et la quantité d'acide sulfurique contenu dans l'acide nitrique.

ESPÈCE II. — *Nitrate de potasse.*

A. *Synonymie; histoire.*

1. Le nitrate de potasse, le plus important, le plus employé, le plus connu, le plus étudié de tous les nitrates, a porté les noms de *salpêtre*, *nitre*, *sel de nitre*, *nitre de potasse*, *alcali végétal*, ou *potasse nitrée* ou nitratée. Il est formé par la combinaison saturée de l'acide nitrique et de la potasse.

2. Il n'est aucun sel qui ait autant excité l'attention des chimistes que cette singulière substance saline, dont une foule d'arts ont besoin, et qui produit tant de phénomènes intéressans dans ses combinaisons. C'est lui qui parmi toutes les espèces de ce genre a donné naissance au plus grand nombre de recherches, et qui a même été le seul connu pendant bien long temps. Les phénomènes singuliers qu'il présente, et les usages importans auxquels il est consacré ont fait imaginer une suite d'hypothèses sur ses propriétés et sur sa nature, jusqu'à l'époque des découvertes modernes, quoique Hales eût déja

tiré beaucoup d'air du nitre au commencement de ce siècle. Depuis vingt ans, les travaux de Lavoisier et du cit. Laplace, de MM. Cavendish et Priestley, du cit. Berthollet et les miens propres ont tellement fondé sur des causes certaines la connaissance de ses propriétés, que son histoire est aussi claire aujour d'hui, qu'elle était encore obscure et embarrassée avant l'époque dont je parle.

B. *Propriétés physiques; histoire naturelle.*

3. Le nitrate de potasse a des formes variées suivant les circonstances de sa cristallisation; on l'obtient en octaèdres cunéiformes, en pyramides quadrangulaires naissantes, et le plus souvent en prismes à six pans terminés par des pyramides hexaèdres, ou par des sommets à deux faces, ou coupés obliquement à leur extrémité. En se collant les uns à côté des autres, ils forment des stries, des cannelures, et laissant entre eux des espèces de canaux remplis ordinairement de dissolution du même sel. Ces cristaux réunis représentent souvent de longs prismes qu'on nomme *nitre en baguettes* dans les raffineries. Voici ce que le citoyen Haüy a observé sur la cristallisation du nitrate de potasse, et sur ses principales variétés de forme.

Forme primitive; octaèdre rectangulaire, dans lequel deux faces d'une pyramide sont inclinées de 120 d sur les adjacentes dans l'autre pyramide, et les deux autres le sont de 111 d.

Molécule intégrante. Le tétraèdre.

Variétés.

a. *Nitrate de potasse primitif*, très-rare.

b. *Nitrate de potasse basé.* La forme primitive dont les deux sommets sont interceptés par des rectangles, ce qui produit un cristal du genre de ceux qu'on appelle *cristaux en tables.*

c. *Nitrate de potasse quartziforme.* Prisme hexaèdre régulier, terminé par deux pyramides hexaèdres, dont les faces ont presque les mêmes inclinaisons que celles du quartz.

d. *Nitrate de potasse verticillé.* Prisme hexaèdre régulier, terminé de part et d'autre par dix-huit faces disposées six à six sur trois rangs.

4. Ce sel a une saveur fraîche, piquante et amère. On la distingue très-facilement par là de toute autre matière saline. Il ne répand aucune odeur. On ne connaît pas sa pesanteur spécifique. Il est très-fragile; lorsqu'on pulvérise le nitre en gros cristaux grouppés, sa poudre est un peu humide; celui qui est au contraire cristallisé en masse, grenu, blanc, opaque presque comme du sucre, donne une poussière sèche; aussi préfère-t-on ce dernier pour la préparation de la poudre à canon.

5. C'est de tous les nitrates un de ceux qui existe le plus fréquemment dans la nature. Il se trouve mêlé dans le sol de plusieurs terres, sur-tout dans l'Inde et en Espagne, où l'on dit même que la poussière des chemins en contient beaucoup. Il faut que les vastes et riches contrées de l'Inde soient bien fertiles en cette espèce de sel, puisque plusieurs nations puissantes par leurs armées n'ont d'autre ressource pour se procurer du salpêtre, que celui de l'Inde. Il en existe aussi dans plusieurs parties de l'Amérique.

La plupart des lieux bas ou des édifices abrités, exposés au nord, contiennent du nitrate de potasse qui s'y reproduit sans cesse, et qui est en général d'autant plus abondant que ces lieux sont plus arrosés de liqueurs, ou pénétrés de vapeurs animales, et que l'air y est plus stagnant. Il s'effleurit souvent à la surface des murs dans les écuries, les étables, etc. On le ramasse quelquefois avec des balais; c'est pourquoi on l'a nommé *nître* ou *salpêtre de houssage*. On le trouve encore mêlé plus ou moins abondamment dans la terre légère et meuble des caveaux, des celliers, des remises, des granges.

La nature l'offre souvent dans les terres calcaires, dans les marnes. Il y a des pierres tendres de ce genre qui, lorsqu'on les expose à l'air, ont la propriété de donner au bout

de quelque temps du nitrate de potasse qu'elles ne contenaient pas tout formé auparavant; il est vrai qu'il est mêlé d'une autre espèce de nitrate; mais celui-ci n'y existait pas davantage que le premier avant que les pierres eussent été exposées à l'air. Au reste, on observe la même chose sur les terres qui forment le sol des lieux dont j'ai parlé. Il faut les laisser pendant quelque temps plongées dans l'air, après les avoir retirées des souterrains, il faut même les agiter ou les remuer dans l'atmotsphère, pour qu'elles s'imprègnent de nitrate de potasse, qui n'y était pas tout formé d'abord. On verra tout à l'heure à quoi est dû ce phénomène.

6. On rencontre aussi le nitrate de potasse dans un grand nombre de végétaux; c'est dans leurs sucs et dans leurs extraits que l'art chimique en montre l'existence. La bourrache, la buglose, la pariétaire, la cigüe, le tabac, le soleil, et une foule d'autres plantes en donnent si abondamment dans leur analyse qu'on les a nommées des plantes nitreuses. Quelquefois même on le voit cristallisé en aiguilles dans leurs tiges desséchées; c'est ainsi que celles du grand soleil en offrent après leur désiccation. On a pensé qu'il provenait des terres où ces végétaux croissent, et qu'il y était porté par leurs racines. D'autres savans ont cru qu'il se formait par l'acte même de la végétation. Quoi qu'il en soit, quelques plantes en contiennent tant, qu'on a proposé de les cultiver pour le retirer ensuite de leur suc. Les lieux où l'on prépare le tabac sont de véritables nitrières.

C. *Fabrication; extraction; purification.*

7. En observant avec soin les différentes circonstances qui accompagnent la production de ce sel dans la nature, avant même que la science permit d'apprécier avec exactitude leur influence, l'art avait essayé d'en devenir l'émule, et de faire naître du nitrate de potasse, par la réunion de conditions analogues. Telle est l'origine des nitrières artificielles. Quoique

cet art n'ait pas encore acquis la certitude et la perfection des procédés que l'état de la science semblerait rendre plus faciles qu'ils ne le sont réellement dans la pratique, il a cependant atteint un degré d'avancement assez élevé, pour être profitable à quelques pays qui n'ont point d'autre source du salpêtre nécessaire à leur défense, que cette production artificielle. Plusieurs parties de la Suisse, sur-tout le canton d'Appenzel, présentent un exemple frappant du succès des nitrières factices et de l'espérance qu'on peut concevoir de plus grands succès encore. La France elle-même, où un sol fertile et l'industrieuse activité d'une grande population réunie dans de petites espaces, et souvent même trop entassée dans des demeures accumulées les unes sur les autres, offrent tant d'autres sources du nitrate de potasse dont elle a besoin, la France a déja obtenu par le zèle, les lumières et le patriotisme de plusieurs de ses habitans, des récoltes assez abondantes de ce sel produit par des mélanges nitrifiables, pour faire sentir que ces établissemens suffiront quelque jour à ses besoins. On peut même remarquer que le plus grand nombre des lieux où la loi autorise aujourd'hui la fouille des terres pour en extraire le nitrate de potasse dont elles sont pénétrées, ne sont que de vraies nitrières artificielles. Quand on forme avec des terres rapportées le sol des granges, des remises, des écuries, des étables, des celliers et des caves, ces terres, ce sol artificiel, ne contiennent point de salpêtre. Ce sont les débris de végétaux, les liqueurs vineuses, les humeurs et les vapeurs animales qui lui donnent peu à peu naissance. Il en est de même des pierres calcaires tendres, des moëllons, des plâtres qui servent à élever les édifices. Ces matériaux ne sont primitivement impregnés d'aucun nitrate, et lorsque, quelques années après que les maisons ont été habitées et pénétrées de toutes parts des sucs, des liquides et des exhalaisons qui ont contribué à la formation de ce genre de sels, on les extrait par l'art du salpêtrier, il est bien évident qu'on peut regarder ces matériaux, ces terres, ces dé-

combres, comme de véritables nitrières artificielles. Ainsi l'expérience prononce sur l'existence et sur l'utilité de ces établissemens.

3. La doctrine pneumatique, si féconde en applications exactes et utiles, vient se lier aux observations pratiques sur l'importance et la certitude du succès des nitrières. Quand ces observations montrent qu'on peut faire produire artificiellement du nitrate de potasse en mêlant aux terres calcaires, aux terreaux aux gazons, aux plâtres broyés ou concassés, les débris des légumes, des boucheries, des tanneries, des poissonneries et en général des substances animales, ainsi que ceux des matières végétales qui s'en rapprochent, qu'en élevant avec ces matériaux de petits murs, ou en formant des couches poreuses, percées de trous, divisées par des fumiers, de petites branches, placées sous des hangards et abritées du côté des pluies, autour desquelles circule de toutes parts, mais lentement et sans agitation, de l'air peu à peu renouvelé, et qu'on arrose d'eau des égouts, des fumiers, des latrines, des tueries, des cuisines, des ateliers où l'on travaille les matières pourrissantes végétales ou animales; la doctrine moderne a mis le sceau à ce résultat d'observations pratiques constantes, en prouvant qu'en effet si l'on présente à l'azote qui s'exhale de ces débris de la vie à l'état naissant de gaz, de l'oxigène atmosphérique, il se forme incontestablement de l'acide nitrique auquel il ne s'agit plus que d'offrir la base convenable pour le fixer et le convertir en nitrate de potasse. Aussi l'expérience prouve-t-elle qu'en ajoutant à tous les matériaux dont on vient de parler et qui ont en général pour fonction la formation de l'acide nitrique, d'autres matériaux riches en potasse, ou des dissolutions de cet alcali, on obtient du nitrate de cette base plus abondamment et plus promptement que lorsqu'on néglige cette addition.

9. De quelques substances qu'on retire le nitrate de potasse, qu'elles soient naturelles ou artificielles, que ce soient des craies des marnes naturellement salpêtrées, des terres de fouilles,

des matériaux de démolition, on ne peut en extraire le sel que par le moyen de l'eau qui le dissout sans toucher aux terres proprement dites. L'art du salpêtrier consiste à choisir et bien connaître les matériaux salpêtrés, à lessiver ces matériaux quels qu'ils soient, à les dépouiller entièrement des nitrates qu'ils contiennent en passant de l'eau sur ces matériaux jusqu'à ce qu'elle soit insipide, à charger l'eau qui sert à les dissoudre, suffisamment pour qu'elle puisse donner ces sels par un procédé plus facile et plus prompt, en la faisant passer à la fin sur des matières riches en salpêtres, à enrichir encore cette dissolution de véritable nitrate de potasse, en y décomposant les nitrates terreux qui y sont souvent contenus très-abondamment, à l'aide de la potasse ou du salin, ou du sulfate de potasse qui fait partie des cendres de bois neuf, à évaporer ces lessives enrichies le plus promptement possible, à en séparer pendant l'évaporation quelques sels étrangers qui se précipitent ou qui se cristallisent à la surface, à pousser cette évaporation, cette concentration des lessives ou *des eaux cuites*, comme on les nomme, jusqu'au point où elles se cristallisent abondamment par le refroidissement, à faire cristalliser ces eaux cuites, à en obtenir le nitrate le plus pur, le moins déliquescent et le moins mélangé qu'il est possible de sels étrangers, enfin à tirer parti des eaux mères qu'on décante de dessus le sel cristallisé, des différens sels qu'on obtient dans les progrès du travail, des terres mêmes lessivées et qui sont très-disposées à une nouvelle nitrification. Cet art exige des connaissances exactes sur toutes les matières salines, et notamment sur les nitrates, les muriates et les carbonates; on ne pourra même bien saisir tous les phénomènes qu'il présente et tous les résultats qu'il contient, qu'après avoir parcouru tous les articles des sels.

10. Le salpêtre qu'on obtient par les procédés qui viennent d'être indiqués et qu'on pratique sur les matériaux qui en sont plus ou moins chargés, soit par la nature, soit par l'art, n'est pas à beaucoup près du nitrate de potasse pur. Les moins

nombreux des corps qu'il puisse contenir encore sont deux espèces de nitrates terreux, des muriates, quelques sulfates même et une matière colorante. Il est d'une couleur rougeâtre ou brune, gras et déliquescent. Aussi le nomme-t-on dans les ateliers, *salpêtre* ou *nitre brut*, *salpêtre de la première cuite*. On pourrait bien obtenir par une première opération du nitrate de potasse pur, si on lessivait avec beaucoup de soin les matériaux qui le contiennent, si on unissait à cette lessive une suffisante quantité de potasse pour décomposer tous les sels terreux dont elle est chargée, si on l'évaporait avec de grandes précautions, et si on la faisait cristalliser régulièrement après avoir séparé pendant l'évaporation le muriate de soude ou sel marin qui se cristallise à sa surface. Mais ces soins sont presque étrangers jusqu'ici à l'art des salpêtriers. Les manœuvres peu exactes qu'ils emploient laissent leur salpêtre si impur encore, qu'il demande quelques opérations successives pour qu'il puisse être employé à l'art de faire la poudre, à la médecine, et surtout aux expériences exactes de la chimie. On a fait de cette purification du salpêtre brut ou de première cuite, qui a pour objet d'en extraire le nitrate de potasse seul, un art particulier, indépendant de celui des salpêtriers, que la loi réserve encore en France à une administration spéciale, et qu'on nomme *raffinage*. Il y a deux principaux procédés pour raffiner le salpêtre de première cuite, fourni par les salpêtriers dans les ateliers de la République; l'un est ancien et se fait en deux cuites successives; l'autre, créé depuis les nouvelles recherches des chimistes français sur cet art que le besoin de servir et de défendre son pays dans des circonstances difficiles leur a inspiré de porter à une grande perfection, offre des avantages réels sur le premier. Quoique mon plan ne soit pas de décrire dans cet ouvrage les arts chimiques, il est cependant nécessaire de dire un mot de ceux qui ont pour objet un sel aussi intéressant que le nitrate de potasse.

Dans le raffinage ancien à deux cuites, on mettait 2000 par-

ties (*livres*) de salpètre brut dans un chaudron de cuivre placé à demeure dans un grand fourneau ; on y ajoutait 1600 parties (*livres*) d'eau de rivière ; on le faisait dissoudre par la chaleur, on y jetait ensuite un peu moins d'une partie (*douze onces*) de colle-forte dissoute dans vingt parties (*dix pintes*) d'eau bouillante et mêlée avec quatre seaux d'eau froide ; on agitait beaucoup la liqueur refroidie par cette addition, et qui reprenait bientôt son bouillon ; on l'écumait avec soin en ajoutant à plusieurs reprises de l'eau froide pour favoriser la formation des écumes jusqu'à ce que celles-ci disparussent ; on séparait, à l'aide d'une grande cuiller percée, le *sel marin* qui se cristallisait à la surface ; on le mettait dans un panier placé au-dessus de la chaudière, dans laquelle il s'égouttait ; on enlevait toute la liqueur jusqu'à son fond trouble avec des puisoirs et on la versait dans des bassines de cuivre qu'on recouvrait d'une planche étoupée tout autour pour éloigner le contact de l'air ; on laissait reposer cette cuite pendant quatre à cinq jours ; ensuite, en ouvrant ces bassines, on y trouvait le nitre cristallisé, qu'on faisait égoutter. C'était le salpêtre de seconde cuite beaucoup plus blanc et plus pur que le brut, privé de la terre, de beaucoup d'*eau mère* ou de sels déliquescens et d'une portion de sel marin. Mais il contenait encore trop de ces deux matières étrangères au nitrate de potasse pour pouvoir être employé avec avantage à la fabrication de la poudre ; en conséquence on lui faisait subir un second raffinage ou une troisième cuite, de la manière suivante.

Sur 2,000 parties de salpêtre de seconde cuite, placées dans une autre chaudière de cuivre, on jetait 500 parties d'eau ; on chauffait, on ajoutait à la dissolution une demi-partie de colle-forte, dans 16 parties d'eau, on brassait, on écumait soigneusement, on employait encore un ou deux seaux d'eau froide ; quand la liqueur était nette et sans écumes, on la versait avec le puisoir dans les bassines de cuivre, qu'on bouchait exactement ; cinq jours après, on en retirait le nitrate de potasse

cristallisé confusément en gros pains blancs, purs et comme spathiques; on les faisait égoutter en les plaçant de champ et en les inclinant au-dessus des bassines. L'eau-mère une fois écoulée, on laissait bien sécher ces pains à l'air pendant trente à quarante jours. C'était le *nitre de la troisième cuite*, assez pur pour la fabrication de la poudre. Dans ces diverses opérations, les sels terreux non dissolubles se précipitaient au fond des chaudières ou se rassemblaient avec les écumes; le muriate de soude ou de sel marin, moins soluble que le nitrate de potasse, et se cristallisant par évaporation, se déposait également au fond ou s'élevait avec les écumes; les nitrates terreux et autres sels déliquescens, comme très-dissolubles et peu cristallisables, s'écoulaient dans la liqueur égouttée sous le nom d'*eau-mère*. Il se formait aussi à la surface des pains massifs et concrets, de longs cristaux de nitrate de potasse, transparens et prismatiques, qu'on détachait dans les raffineries, et qu'on vendait pour les usages chimiques ou pharmaceutiques, parce qu'on avait remarqué qu'il ne faisait pas d'aussi bonne poudre que celui qui était en solide de forme indéterminée.

12. Dans le nouveau procédé de raffinage, beaucoup plus prompt que le précédent, on dissout d'abord le sel marin et les sels terreux déliquescens. On l'a perfectionné peu à peu et on le pratique de la manière suivante aujourd'hui, en le substituant à l'ancienne méthode dans tous les ateliers de l'administration des poudres. On écrase le salpêtre brut avec des battes; on le met dans des cuveaux de bois bien faits qui en contiennent chacun 2 à 3 cents kilogrammes; on verse dessus un cinquième de son poids, ou vingt pour cent d'eau froide et on agite le mélange; on le laisse macérer pendant six ou sept heures; l'eau acquiert, en dissolvant les sels déliquescens et le muriate de soude, vingt-cinq à trente degrés de pesanteur à l'aréomètre; on la laisse écouler par une chantepleure placée au bas des cuveaux qu'on débouche; on verse encore dix pour cent d'eau sur le même salpêtre; on brasse et on laisse macérer pendant une

heure ; on fait écouler cette seconde eau ; on verse en troisième cinq pour cent d'eau sur le sel que l'on brasse, et on la laisse écouler un instant après. On porte ce salpêtre lavé avec 35 pour 100 d'eau froide et bien égoutée, dans une chaudière de cuivre où l'on a mis moitié de son poids, ou cinquante pour cent d'eau qu'on a fait bouillir, lorsque la dissolution qui donne soixante-six à soixante-huit degrés à l'aréomètre est faite, on la fait couler dans un *cristallisoir*, ou large auge de plomb ou de cuivre, de quinze pouces de profondeur, dix pieds de longueur et huit de largeur. A mesure que le sel se dépose par le refroidissement, ce qui a lieu au bout d'une demi-heure, on agite la liqueur avec des rateaux pour diviser le sel en petits cristaux aiguillés très-fins qui se dessèchent très-vîte, on ramène les cristaux vers les bords, ou les enlève avec des écumoirs percés, on les met égouter dans des paniers placés sur des chevalets autour du cristallisoir, de sorte que l'eau qui s'écoule retombe dans le vase; le salpêtre égouté est mis dans des caisses ou trémies de bois à double fond, le premier percé de petits trous; on le lave avec cinq pour cent d'eau froide ; égouté une seconde fois et exposé à l'air sur des tables, il se sèche en quelques heures. On le dessèche aussi dans de larges chaudières sur le feu, en lui donnant quarante-cinq degrés de température et en l'agitant beaucoup ; en deux ou trois heures on le rend si sec par ce procédé, qu'il reste ensuite dans la main qui le presse, comme du sable, sans se prendre ni conserver la forme que lui imprime la pression. Il est presque inutile de dire qu'on traite les eaux du lavage à froid comme des eaux mères, et que celles qui sortent du cristallisoir, etc., sont reprises dans des travaux successifs. Ce procédé, imaginé pour les besoins pressans de la République, n'exige que peu de jours, tandis que l'ancien, par les deux cuites, durait plusieurs mois. Celui-ci est bon en lui-même, et réussit bien lorsqu'il est pratiqué en cours réglé de fabrique.

13. Malgré l'exactitude et la perfection de l'art actuel de

raffiner le salpêtre, le nitrate de potasse n'est pas encore parfaitement pur après les opérations indiquées, et s'il peut remplir toutes les conditions qu'on exige pour les arts, il ne suffit pas encore pour les travaux chimiques. Il contient encore quelques centièmes de sels étrangers, sur-tout de muriate de soude; on le purifie une dernière fois et sans y laisser absolument aucune matière étrangère, en le faisant dissoudre dans de l'eau chaude, et en laissant refroidir lentement sa dissolution. Alors on obtient les prismes très-transparens, très-réguliers, dont il a été parlé plus haut. Le muriate de soude se sépare en partie à la surface de la liqueur d'où on peut l'enlever; ou bien il reste dans l'eau mère.

D. *Action du calorique.*

14. Le nitrate de potasse exposé au feu se fond bien avant de rougir; il forme un liquide comme huileux; il ne perd que très-peu d'eau de cristallisation qui y adhère beaucoup; il ne se dessèche point et reste toujours en fusion. Si on le laisse refroidir, il se fige en une masse opaque lisse, à cassure vitreuse; quand on le coule dans des vases plats et vernissés il s'y prend en une croûte solide, mince, cassante, qu'on nommait très-improprement dans les pharmacies *cristal minéral*. Tant qu'il n'a été que fondu, il est encore sans altération dans sa nature intime; mais dès le moment qu'élevé au-dessus de la température nécessaire à sa simple fusion, il a laissé exhaler quelques bulles, ou qu'il a bouilli, il a déja perdu quelque chose, et ce n'est plus du nitrate de potasse pur. En le faisant ainsi bouillir dans des cornues de grès ou de porcelaine, on en extrait du gaz oxigène qui va presque au tiers du poids de ce sel, du gaz azote à la fin, et la potasse reste pure dans le vaisseau distillatoire; mais pour cette décomposition complète il faut employer un très-grand feu. Quand on ne tire qu'une portion du gaz oxigène qu'il peut fournir, on change le nitrate de potasse en nitrite.

E. *Action de l'air.*

15. Du nitrate de potasse bien pur et bien cristallisé reste sans altération à l'air : seulement lorsque l'atmosphère est très-humide, il arrête un peu d'eau à sa surface, mais sans se ramollir, sans changer de forme, sans être vraiment déliquescent. Dans l'air chaud et sec, il n'est pas plus efflorescent, de sorte que lorsqu'il s'y forme une partie de liquide par son exposition à l'air, on peut en conclure qu'il contient des sels déliquescens, des nitrates terreux, qu'on décrira bientôt.

F. *Action de l'eau.*

16. L'eau à dix degrés du thermomètre de Réaumur dissout un septième de son poids de nitrate de potasse. Il se produit du froid dans cette dissolution, il s'en produit encore davantage en le mêlant avec de la glace qu'il fond, et l'on se sert de ce refroidissement pour congeler des liqueurs dans l'art du glacier. Il est vrai qu'on emploie du nitre de la seconde cuite, qui, à raison du sel marin et des sels déliquescens qu'il contient, agit d'une manière différente de celle du nitrate de potasse pur. L'eau bouillante dissout deux fois son poids de ce sel. Il se cristallise alors très-promptement et en masse par le refroidissement ; mais quand on emploie plus d'eau, on l'obtient sous la forme cristalline régulière, décrite ci-dessus.

G. *Décomposition ; proportion des principes.*

17. De tous les nitrates, celui de potasse favorise le plus l'inflammation des matières combustibles, les allume le plus vîte, les brûle le plus complétement ; voilà pourquoi il est exclusivement employé pour la fabrication de la poudre à tirer, pour l'artifice et pour un grand nombre de procédés pharmaceutiques ou de procédés des divers arts.

18. Mêlé avec le charbon, à la dose de trois parties contre une

de ce dernier, le nitrate de potasse l'allume avec beaucoup d'activité, soit à la chaleur rouge, soit par le contact d'une matière enflammée. On faisait autrefois cette opération de deux manières; dans l'une, on avait pour but d'obtenir ce qu'on nommait *nitre fixé par le charbon*, *ou alcali de nitre extemporané;* on projetait le mélange dans un creuset rouge, et lorsque la détonation était passée on recueillait le résidu alcalin; c'était de la potasse unie en partie avec l'acide carbonique. Dans l'autre procédé, on adaptait à une cornue de grès ou de fonte ouverte par le haut et placée dans un fourneau, plusieurs grands ballons à deux tubulures qu'on lutait les uns aux autres après en avoir mouillé les parois intérieurs, et qu'on appelait *ballons enfilés;* dans cette disposition, quand la cornue était rouge, on y jetait par parties le mélange en bouchant à chaque détonation l'ouverture supérieure de ce vaisseau avec le couvercle qui lui était adapté. Le produit aériforme de cette détonation passait avec sifflement dans le vaste appareil des ballons, une partie se condensait dans les vases, ou se dissolvait dans le peu d'eau qui les mouillait; une autre restait sous forme fluide élastique, tels étaient les gaz acide carbonique formé et le gaz azote produit de la décomposition de l'acide nitrique; souvent ces gaz brisaient avec fracas les appareils; aussi recommandait-on d'adapter plusieurs grands ballons les uns aux autres, de faire un mélange grossier du charbon et du nitre, et de ne le projeter dans la cornue rouge qu'en petites portions. Les alchimistes avaient imaginé cette opération, qu'ils nommaient *clyssus*, ainsi que les vapeurs elles-mêmes qui s'en dégageaient, pour obtenir une liqueur à laquelle ils attribuaient de merveilleuses propriétés pour la préparation de leur trop fameuse *pierre philosophale.* Les chimistes physiciens s'en sont ensuite servis pour prouver que l'acide du nitre était décomposé et qu'il n'y avait que de l'eau non acide pour produit; ils avaient même observé que ce produit liquide était plutôt alcalin et ammoniacal qu'acide. Depuis les nouvelles découvertes, et avec

tous les moyens plus simples et plus certains de décomposer l'acide nitrique que l'on possède aujourd'hui, on ne fait plus cette expérience de cette manière : on fait détonner le charbon et le nitrate de potasse dans un canon de fusil auquel on adapte des vessies. On trouve pour résultat du gaz acide carbonique, du carbonate de potasse et de la potasse caustique, de l'eau et quelquefois de l'ammoniaque formé par l'union de l'azote radical de l'acide du nitre décomposé avec l'hidrogène qui accompagne si souvent le carbone dans les charbons, comme je l'ai dit ailleurs.

19. On ne fait pas détonner du nitrate de potasse avec le phosphore, quoiqu'il en soit très-susceptible, mais parce que le corps combustible se volatilise presque tout avant d'opérer la décomposition du sel, et parce que la déflagration trop forte n'est pas sans danger. Le produit est du gaz azote et du phosphate de potasse. Elle demande beaucoup de précautions.

20. Le soufre brûle très-vîte et très-complétement quand on le chauffe avec trois fois son poids de nitrate de potasse. On préparait autrefois, en faisant détonner ces deux matières dans un creuset rouge, du sulfate de potasse qui portait le nom particulier de *sel polychreste de Glazer.*

On ajoute un dixième de nitrate de potasse au soufre qu'on fait brûler dans des chambres de plomb pour obtenir l'acide sulfurique et jusqu'ici cette addition a été trouvée indispensable pour le succès de l'opération : aussi trouve-t-on un peu de sulfate acide de potasse dans cet acide sulfurique.

On faisait autrefois une espèce de clyssus avec cette détonation.

Quelques pharmacopées conseillent de fondre un peu de soufre avec le nitre pour la préparation du *cristal minéral.*

21. Le mélange du charbon, du soufre et du nitre, fait dans les proportions de soixante-seize parties de nitrate de potasse, de quinze parties de charbon et de neuf de soufre, constitue la poudre à canon. Sa fabrication consiste à bien

concasser d'abord chacune de ces matières pure et exempte de corps étrangers, à les mêler ensuite fort exactement à l'aide du mouvement, du broiement et du battage, en y ajoutant un peu d'eau qui forme une pâte ou galette, que l'on met, après une légère dessication, dans un crible percé de trous relatifs à la grosseur des grains qu'on veut obtenir. Pour grainer la poudre, on promène sur le crible un tourteau de bois dur, et, par le mouvement qu'on lui imprime, on force la pâte à passer par les trous et à prendre la forme de grains; on fait sécher la poudre grainée à l'air et au soleil sur des tables, en la retournant à diverses reprises. On lisse ensuite la poudre de chasse dans des tonneaux où l'on agite les grains, qui s'usent et se polissent en se frottant les uns sur les autres. Telle est la manière ancienne de faire la poudre au battage ou dans des moulins; elle a, parmi plusieurs inconvéniens, celui de menacer souvent d'inflammation et de saut. On y a substitué depuis plusieurs années un procédé plus simple, plus prompt et moins dangereux. On pulvérise les trois matières à part; on les mêle bien, et sans eau, en les faisant mouvoir dans des tonneaux garnis de liteaux de bois dans leur intérieur, où elles sont froissées par de petites boules de métal, jusqu'à ce qu'étendue avec un couteau sur une planche unie, la poudre soit bien égale, bien unie, sans points de diverses couleurs et sans parties dures. On fait une pâte avec cette composition bien mêlée et suffisante quantité d'eau, soit en la comprimant convenablement et dans une forte presse pour lui donner la consistance requise, après l'avoir placée sur une toile de canevas mouillée, assujettie elle-même sur des plateaux de bois qui s'enchâssent les uns dans les autres par la pression; soit à l'aide de meules verticales qui se meuvent dans une auge et compriment le poussier de poudre humecté; ce qui est fort préférable à l'usage mesquin et petit des plateaux. La galette ou la pâte de poudre ainsi formée est traitée ensuite par le

crible et les tonneaux pour la grainer. Le citoyen Champy vient encore d'ajouter un nouveau degré de perfectionnement à ce procédé, sûr dans ses moyens, prompt dans son exécution et économique, en donnant à sa poudre, par un mécanisme fort simple, la forme de grains homogènes égaux, sphériques, et la grosseur qu'il veut, sans en laisser une partie dans l'état de poussier, comme on en laissait toujours l'ancienne fabrication.

22. La théorie de l'inflammation rapide et des effets terribles de la poudre à canon est simple et facile à saisir, au moins dans sa généralité. Le soufre et le carbone brûlent très-rapidement par le nitre qui les enveloppe de toutes parts; il se forme du gaz acide carbonique; il se dégage du gaz azote; il se forme encore de l'eau et de l'ammoniaque dans cette violente combustion. L'eau toute contenue dans ce mélange y joue un rôle par la grande dilatation qu'elle éprouve. Il paraît que tout le soufre ne brûle pas, puisqu'il se forme si souvent un sulfure qui gâte les armes à feu, et qui les oxide et les ronge. La grande quantité de gaz formé et dégagé subitement lance tous les projectiles qui sont placés comme obstacles à leur dilatation; et l'on juge même de la force et de la bonté de la poudre, soit par la distance à laquelle elle lance le projectile sous un angle donné, soit par la grandeur du mouvement de recul qu'elle communique à un canon suspendu avec le moins de frottement possible. On fait aisément l'analyse de la poudre à tirer, en lui enlevant son nitrate de potasse par le lavage à l'eau, et en séparant ensuite le soufre du charbon par la sublimation.

23. C'est encore un effet très-remarquable de la rapide combustion occasionnée par le nitrate de potasse, que ce qui se passe dans la violente détonation de la poudre *fulminante*. On nomme ainsi un mélange de trois parties de nitre, de deux parties de potasse et d'une partie de soufre que l'on triture avec soin dans un mortier. En faisant chauffer lentement

cette poudre dans une cuiller de fer placée sur un brasier doux au moment où ce mélange est entièrement fondu, il est violemment projeté hors la cuiller et dans tous les sens, en produisant une explosion ou un bruit très-considérable, semblable à celui d'un mousquet ou même d'une pièce d'artillerie, suivant la quantité que l'on en fait chauffer. La cuiller de fer est ordinairement pliée sur les bords qui rentrent en dedans, comme si elle avait été comprimée par deux pressions extérieures opposées; ce qui prouve que dans la fulmination la matière a fait effort sur son fond comme sur l'air, et que c'est à cette violente percussion qu'est dû le bruit qui se fait entendre. Au moment même où l'explosion a lieu, on apperçoit une flamme blanche bleuâtre. La théorie de cette énorme détonation est simple. La potasse s'unit au soufre et forme un sulfure qui, à l'aide du nitre, se convertit en sulfure hidrogéné; à une certaine température, le gaz hidrogène sulfuré se dégage avec le gaz oxigène du nitre, et s'allume subitement en frappant fortement l'air par l'explosion qui accompagne ce dégagement. On le prouve en faisant une poudre fulminante qui détonne plus vîte que la précédente par le mélange de parties égales de nitrate et de sulfure de potasse solide. Cette poudre ne produit qu'une petite détonation ordinaire lorsqu'on la jette sur des charbons enflammés, parce qu'il n'y a pas de gaz hidrogène dégagé, ou parce qu'il ne se forme que par petites parties dans la matière enflammée.

24. Avec trois parties de nitre, une partie de soufre et une partie de sciure de bois fine, bien mélangées, on fait ce qu'on nomme la *poudre de fusion*. En recouvrant une lame de cuivre allié, une pièce de billon pliée, de cette poudre au milieu d'une coquille de noix, et en mettant le feu avec un papier allumé à la poudre placée au dessus, elle détonne rapidement et fond la pièce en un globule de sulfure, sans que la coquille de noix soit brûlée. Cet effet est dû au soufre qui se

combine avec le métal; mais le nitre et le bois en parcelles, en brûlant et dégageant beaucoup de calorique, favorisent cette combinaison qui s'opère avec une très grande rapidité.

25. Le diamant n'éprouve aucune espèce d'altération de la part du nitrate de potasse; mais beaucoup de substances métalliques, mêlées en limaille fine avec trois parties de ce sel en poudre, détonnent avec lui à la chaleur rouge, comme le charbon et le soufre. Ces corps se trouvent ensuite réduits en oxides et combinés en partie avec la base du nitrate. On emploie fréquemment ce procédé pour préparer des médicamens et des oxides métalliques très-utiles dans les arts. La détonation qui s'opère sert aussi à donner des couleurs et à faire des flammes brillantes, éclatantes dans les feux d'artifice. Les oxides métalliques n'éprouvent d'altération de la part du nitrate de potasse qu'autant qu'ils ne sont pas saturés d'oxigène.

26. Les acides agissent sur le nitrate de potasse, comme on l'a exposé dans l'histoire du genre; mais comme c'est particulièrement sur cette espèce la plus répandue et la plus utile qu'on a lieu d'observer cette action, c'est dans l'ensemble de ses propriétés qu'il est le plus nécessaire de la décrire avec précision. De tout ce qui a été dit sur les phénomènes produits dans les nitrates par les acides, quatre faits principaux doivent fixer l'attention des chimistes relativement à l'espèce dont il s'agit ici. Ils sont relatifs à la décomposition du nitrate de potasse à chaud seulement par les acides phosphorique et boracique, et à presque toutes les températures ou au moins à une faible chaleur par les acides sulfurique et muriatique; il est absolument inaltérable par les acides carbonique, fluorique, sulfureux, muriatique oxigéné et nitreux.

27. En chauffant dans une cornue du nitrate de potasse avec la moitié de son poids d'acide phosphorique épais ou d'acide boracique concret et cristallin, on obtient de l'acide

nitrique accompagné d'un peu de gaz oxigène et de vapeur nitreuse. C'est au moment où les deux premiers acides commencent à se fondre que le dégagement de celui du nitre a lieu. Il reste dans la cornue du phosphate ou du borate de potasse. On a cru que l'acide boracique changeait de nature en voyant qu'il dégageait du nitre traité par ce corps, de l'acide en partie nitreux ; mais cela est dû à la haute température que le mélange contracte au moment de la réaction, comme on le voit constamment arriver toutes les fois que l'acide nitrique est fortement chauffé.

28. Il n'y a pas une action très-forte entre le nitrate de potasse et l'acide muriatique ; cependant quand ce dernier, très-concentré et très-fumant, est versé sur ce sel bien sec et en poudre très-fine, il se produit de la chaleur, et l'on apperçoit bientôt à la surface du mélange une vapeur d'un jaune verdâtre. L'action réciproque de ces deux corps augmente beaucoup, et va jusqu'à une effervescence marquée lorsqu'on l'aide par le calorique. On reconnaît bientôt un dégagement assez abondant de gaz acide muriatique oxigéné mêlé de vapeur rutilante nitreuse ; et l'on trouve, après cet effet, du muriate de potasse formé. C'est ainsi que les alchimistes ont réussi à dissoudre quelquefois l'or dans un mélange de nitre et d'acide muriatique. Il faut, pour concevoir cette décomposition, la voir comme l'effet d'une double attraction élective ; celle de l'acide muriatique pour l'oxigène, et celle de l'acide nitrique pour l'oxide nitreux ; il faut encore y ajouter l'attraction d'une partie de l'acide muriatique pour la potasse, abandonnée d'ailleurs par l'acide nitrique saturé d'oxide nitreux ou d'oxide d'azote.

29. La plus utile des décompositions du nitrate de potasse par les acides est celle qui est produite par le sulfurique : c'est, en effet, à l'aide de l'attraction de cet acide, plus forte pour la potasse que celle de l'acide nitrique, que l'on obtient ce dernier dans les laboratoires de chimie. En versant de

l'acide sulfurique concentré sur du nitrate de potasse, on voit se dégager sur-le-champ des vapeurs blanches qui ont l'odeur et les propriétés de l'acide nitrique. En faisant cette opération dans une cornue de verre tubulée placée sur un bain de sable, dans laquelle on met d'abord le nitre bien sec, sur lequel on verse, par la tubulure, un peu plus de la moitié et un peu moins du tiers de son poids d'acide sulfurique concentré, après avoir adapté un récipient muni d'un tube qui plonge sous des cloches pleines d'eau, on obtient, en chauffant lentement, afin d'éviter le boursouflement trop considérable du mélange qui pourrait passer dans le récipient, de l'acide nitrique mêlé d'acide nitreux qui se condense en liquide dans le ballon ; il passe en même temps du gaz oxigène dans les cloches, et le ballon se remplit de vapeur rouge. Ces derniers produits, qui annoncent une décomposition d'une partie de l'acide nitrique, sont dus à la haute température que le mélange éprouve. Il reste dans la cornue du sulfate acide de potasse en une seule masse solide très-blanche, boursouflée à sa surface, dont l'intérieur est dense et présente une sorte de mie ou de grain analogue à celui d'une porcelaine fine, mais beaucoup moins dure. On peut le redissoudre dans l'eau chaude, et le tirer ainsi de la cornue. L'acide nitrique obtenu par ce procédé n'est pas pur ; on le redistille sur un peu de nitre bien sec pour le priver de la portion d'acide sulfurique qui s'est élevée avec lui ; on en sépare en même temps la vapeur nitreuse qui se volatilise la première. Le nitre fournit, à très-peu de chose près, la moitié de son poids de cet acide.

3o. Parmi les bases salifiables, il n'y en a que trois qui aient une action importante à déterminer sur le nitrate de potasse ; savoir, la silice, l'alumine et la barite. Les deux premiers, chauffés avec ce sel, favorisent le dégagement de son acide par l'adhérence et la combinaison qu'elles peuvent contracter avec sa base ou la potasse. La vitrification qu'elles

sont susceptibles de prendre avec cet alcali permet à l'acide nitrique de se dégager avant qu'il puisse se décomposer. Ce n'est donc que par une sorte d'attraction double d'une part entre ces terres et la potasse, de l'autre entre l'acide nitrique et le calorique, que cette décomposition a lieu : aussi prend-on ces intermèdes, et sur-tout l'alumine à l'état d'argile, pour distiller ce qu'on nomme l'*eau-forte;* c'est-à-dire, pour obtenir l'acide nitrique, dans les ateliers où on prépare cet acide pour le commerce. L'alumine même cuite, et en poterie dure, a la même propriété de séparer l'acide du nitrate de potasse à l'aide de la chaleur. Quand on donne un feu violent au mélange de silice et de nitre, on trouve pour résidu, après la distillation de l'acide, une fritte vitreuse due à l'action exercée par le feu entre cette terre et l'alcali. Le résidu de la distillation du même sel avec l'alumine pure, poussé au grand feu, contient aussi l'alcali combiné avec cette terre, de manière qu'on ne peut l'en extraire qu'avec beaucoup de difficulté; ce résidu peut servir très-utilement à la fabrication de l'alun.

La barite décompose autrement le nitrate de potasse; elle enlève l'acide à sa base, forme du nitrate de barite, et laisse la potasse libre.

31. D'après tous les moyens d'analyse qui viennent d'être indiqués, on a trouvé, pour résultat de la composition du nitrate de potasse, les proportions de ses principes comme il suit :

Acide nitrique 33.
Potasse . . . . 49.
Eau. . . . . 18.

C'est d'après Bergman que les proportions qu'on vient de lire ont été prises. Kirwan en donne d'un peu différentes : suivant lui, cent parties de ce sel contiennent :

Acide nitrique 30.
Potasse . . . . 63.
Eau. . . . . 07.

32. Il n'y a pas de sel qui soit d'un usage plus multiplié en chimie que le nitrate de potasse. Outre les démonstrations qui le concernent particulièrement, il sert, et à fournir son acide, et à extraire la potasse. Il est indispensable pour le traitement d'un grand nombre de métaux et pour la docimasie; il donne du gaz oxigène; il est employé à brûler beaucoup de substances combustibles et à obtenir des oxides ou des acides. On l'applique à l'analyse des charbons et de beaucoup d'autres corps; on en fait la poudre fulminante, la poudre de fusion. Il entre dans une infinité d'opérations chimiques. Les médecins l'administrent très-fréquemment, comme rafraîchissant, calmant, diurétique. Dans les arts, il a aussi des usages très-abondans, et il en est une foule qui ne peuvent pas s'en passer. Il est la base de la poudre à tirer; il sert au traitement des métaux; il entre dans la teinture; on l'emploie pour produire du froid artificiellement. Il contribue essentiellement à la combustion complète du soufre et à la formation de l'acide sulfurique; il sert à saler et à conserver certaines viandes, qu'il colore en rouge. On le fait détonner avec du charbon, du tartre et des lies pour fabriquer les *flux* blancs et noirs nécessaires aux opérations docimastiques. Il fait la matière et le sujet de la distillation de l'eau-forte. On verra par la suite une grande quantité de circonstances où ses applications deviennent de la plus grande importance.

ESPÈCE III. — *Nitrate de soude.*

A. *Synonymie; histoire.*

1. Le nitrate de soude, ou l'union saturée de l'acide nitrique et de la soude, a été nommé *nitre cubique*, *nitre rhomboïdal*, *soude nitrée*. Ce sel a été peu examiné; on s'est contenté

de remarquer qu'il ne pouvait pas servir, comme le nitre ordinaire, à la préparation de la poudre.

B. *Propriétés physiques ; histoire naturelle.*

2. Il se cristallise en cubes rhomboïdaux ou en prismes, dont la tranche est de forme rhomboïdale. Sa saveur est fraîche et un peu plus amère que celle du nitrate de potasse.

3. On ne l'a point encore trouvé dans la nature.

C. *Préparation.*

4. On le prépare dans les laboratoires, en unissant directement l'acide nitrique avec la soude, ou en décomposant le muriate ou le carbonate de soude par cet acide. Quand il est en cristaux rhomboïdaux, il est bien pur.

D. *Action du calorique.*

5. Mis sur les charbons allumés, il décrépite légèrement ; il n'est pas si fusible que le précédent ; il se décompose comme lui, en laissant sa base pure pour résidu, et en donnant du gaz oxigène mêlé de gaz azote.

E. *Action de l'air.*

6. Exposé à l'air, il s'humecte légèrement et se ramollit, sans cependant se fondre ou se dissoudre tout-à-fait.

F. *Action de l'eau.*

7. Il est assez dissoluble pour que trois parties d'eau froide en prennent une de ce sel. L'eau bouillante en dissout plus que son poids, moins cependant que le nitrate de potasse : aussi, quoiqu'il se cristallise par le refroidissement, il ne fournit pas autant de cristaux ni une masse aussi considérable par ce procédé que le dernier sel. Seulement sa cristallisation est

moins confuse, et les rhombes sont plus prononcés dans ce cas que les prismes du nitrate de potasse.

G. *Décomposition ; proportion des principes.*

8. Il obéit aux mêmes lois générales de décomposition que le nitrate de potasse ; cependant il détonne moins que lui avec les corps combustibles, et les brûle moins facilement ou moins complétement. Les acides divers agissent sur lui comme sur le précédent. Il est décomposé par la barite et la potasse qui en séparent la soude pure. Il n'agit que sur un très-petit nombre de sulfates.

9. Les proportions de ses principes sont, suivant Kirwan :

Acide nitrique 29.
Soude . . . . 50.
Eau . . . . . 21.

H. *Usages.*

10. Le nitrate de soude n'est d'aucun usage ; sa propriété de s'humecter à l'air et son peu d'action sur les combustibles empêchent qu'on ne puisse l'employer à la fabrication de la poudre. Hors les laboratoires de chimie, on ne le prépare pour aucun atelier, et on n'en fait encore aucune application utile.

ESPÈCE IV. — *Nitrate de strontiane.*

A. *Synonymie ; histoire.*

1. Ce sel, connu depuis peu d'années, n'a point de synonymes dans le langage ancien de la chimie. MM. Klaproth et Hope sont les premiers qui en aient fait mention. Pelletier l'a ensuite soumis à quelques recherches ; mais le cit. Vauquelin en a examiné récemment (nivose an 6, décembre 1797) les

propriétés avec beaucoup plus de soin qu'on ne l'avait fait avant lui.

B. *Propriétés physiques ; histoire naturelle.*

2. Le nitrate de strontiane se cristallise en octaèdres parfaitement semblables à ceux du nitrate de barite, avec lequel on l'a confondu pendant quelque temps ; sa saveur est fraîche et piquante, un peu moins âcre que celle de ce dernier. On ne l'a point encore trouvé dans la nature.

C. *Préparation.*

3. On le prépare, en précipitant par l'acide nitrique le sulfure de strontiane obtenu du sulfate chauffé avec le charbon, ou en dissolvant le carbonate de strontiane dans le même acide. Pour l'avoir l'avoir bien pur, il faut lui avoir donné la forme d'octaèdre.

D. *Action du calorique.*

4. Exposé à une chaleur brusque ou vive et subite, il décrépite et saute en éclats ; il perd par là 0,04 d'eau. Si on augmente l'action du feu, il se ramollit, se gonfle et se boursoufle, laisse dégager du gaz oxigène et du gaz nitreux, et donne ensuite pour résidu de la strontiane caustique : c'est même le moyen facile et sûr d'obtenir cette terre bien âcre et bien pure. On peut faire cette opération dans un creuset d'une pâte un peu serrée et garni de son couvercle, en le choisissant assez grand pour que le nitrate de strontiane n'en occupe que la moitié, et en ne donnant le feu que par degrés, afin que ce sel ne se gonfle pas de manière à sortir du vase. La strontiane obtenue par ce procédé n'adhére que faiblement au creuset et s'en détache bien, de manière que ce vaisseau peut servir plusieurs fois de suite. Il reste 0,47 de strontiane sur 100 de nitrate de cette base, ainsi décomposé.

E. *Action de l'air.*

5. Le nitrate de strontiane est complétement inaltérable à l'air.

F. *Action de l'eau.*

6. Il faut quatre à cinq parties d'eau à dix degrés pour le dissoudre ; il est bien plus dissoluble à chaud qu'à froid, et il se cristallise par le refroidissement. Pour lui faire prendre une forme bien régulière, il faut évaporer sa dissolution jusqu'à former à sa surface une légère pellicule, et la laisser ensuite refroidir lentement.

G. *Décomposition ; proportion des principes.*

7. Le nitrate de strontiane est peu propre à faire brûler la plupart des corps combustibles ; à peine forme-t-il quelques étincelles sur les charbons ardens. En le mêlant avec du soufre et du charbon dans les proportions de la poudre à canon, quoique le mélange fût fait fort exactement et bien sec, le cit. Vauquelin a observé qu'il ne brûlait que très-lentement, en lançant des étincelles purpurines, et en répandant une flamme d'un beau vert qui léchoit la surface de la matière brûlante.

8. La propriété de colorer la flamme en pourpre, qui distingue et caractérise la strontiane, ne se montre dans le nitrate de cette terre qu'en mettant un peu de ce sel en poudre dans la mèche d'une bougie, à la flamme de laquelle il communique une nuance purpurine très-vive.

9. Les acides se comportent avec le nitrate de strontiane comme avec celui de barite. Le sulfurique le décompose le plus facilement et le plus complétement ; il précipite sa dissolution en sulfate de strontiane pulvérulent ; il dégage par la distillation l'acide nitrique. L'acide phosphorique le décompose en partie à froid, et tout-à-fait à l'aide de sa vitrification. Il

en est de même de l'acide boracique. L'acide muriatique le dénature en décomposant son acide, et forme du muriate de strontiane avec sa base.

10. La barite, la potasse et la soude décomposent complétement le nitrate de strontiane, soit par la voie sèche, soit par la voie humide. Dans ce dernier cas, si les dissolutions sont assez concentrées, la strontiane se dépose sous la forme cristalline. La chaux, l'ammoniaque, la magnésie, l'alumine, la silice et la zircone n'ont par elles-mêmes aucune action sur le nitrate de strontiane, parce que celle-ci a plus d'attraction pour l'acide nitrique que n'en ont toutes ces bases. A chaud, l'alumine et la silice en séparent une partie de l'acide non décomposé, quoique moins facilement que du nitrate de potasse.

11. Le cit. Vauquelin, par divers procédés analytiques dont il a comparé soigneusement les résultats, a trouvé dans les composans du nitrate de strontiane les proportions suivantes :

Acide nitrique	48,4.
Strontiane . .	47,6.
Eau.	4,0.

H. *Usages.*

12. Le nitrate de strontiane n'a encore aucune utilité. Mêlé à la poudre, il pourra colorer en rouge pourpre le feu des artifices.

ESPÈCE IV. — *Nitrate de chaux.*

A. *Synonymie ; histoire.*

1. Le nitrate de chaux a été désigné par les noms de *nitre calcaire*, de *salpêtre terreux*, de *nitre à base terreuse*, de *nitre à base de terre absorbante*, de *phosphore de Baudouin*, d'*eau mère du nitre.* Il y a long-temps que les chimistes connaissent cette espèce de sel et en ont examiné les propriétés. Comme

il accompagne presque toujours le nitrate de potasse, on a eu de fréquentes occasions de le traiter, et il n'y a pas aujourd'hui de sel mieux connu.

B. *Propriétés physiques; histoire naturelle.*

2. Il se cristallise en prismes à six pans, terminés par des pyramides très-alongées et très-aiguës. Souvent il se présente sous la forme de longues aiguilles striées, groupées, d'un brillant satiné ou argenté. Sa saveur est âcre, chaude et fort amère.

3. Il est fort abondant parmi les matières salpétrées. On le trouve spécialement dans les pierres calcaires qui se salpétrisent spontanément. C'est ainsi que la plupart des pierres employées aux constructions sur les bords de l'Indre et de la Loire contiennent presque tout nitrate calcaire lorsqu'elles sont salpêtrées, et exigent tant de potasse pour le traitement de leur lessive. Il est aussi abondamment répandu dans les platras et les décombres des édifices. On ne le rencontre jamais solide et cristallisé.

C. *Extraction; préparation; purification.*

4. Toutes les fois qu'on lessive des matériaux salpétrés, on extrait ce sel en même temps que le nitrate de potasse: mais ce n'est pas pour lui qu'on fait ce travail; c'est, au contraire, pour l'éloigner ou le séparer de ce dernier que le salpêtrier exerce son art; et plus ses procédés sont exacts, plus le nitrate de chaux est isolé du nitre pur. Aussi ce sel calcaire sort-il des cuites du premier sous la forme d'eau mère. Mais cette eau mère, quoique regardée comme composée de nitrate calcaire par beaucoup de chimistes, au moins pendant long temps, est bien loin d'être ce sel pur; elle contient encore du nitrate de magnésie, du muriate calcaire, du muriate de soude et une matière colorante. Aussi les chi-

mistes ne retirent-ils pas le nitrate de chaux de cette eau mère, et le préparent-ils exprès avec ses matériaux primitifs, ou, comme ils disent, de toutes pièces.

5. Pour cela, on dissout du carbonate de chaux natif et pur (du spath calcaire) dans l'acide nitrique; on évapore la dissolution en consistance de sirop; on la fait refroidir lentement, et on obtient le nitrate de chaux sous sa forme cristalline régulière. On n'a même pas besoin de le redissoudre et de le faire cristalliser une seconde fois pour l'avoir pur; car dès la première opération, il a le degré de pureté qu'il doit avoir.

D. *Action du calorique.*

6. Le nitrate de chaux est très-fusible; il coule comme une huile; il se dessèche ensuite, et souvent il acquiert dans cette calcination la propriété d'être lumineux dans l'obscurité: c'est pour cela qu'on l'avait nommé improprement phosphore de Baudouin ou de Balduinus. Chauffé plus fortement, il se décompose, donne beaucoup de vapeur rouge, du gaz oxigène et du gaz azote. La chaux reste pure et caustique au fond du vase distillatoire. On remarque qu'il se dégage dans cette décomposition une quantité notable de vapeur nitreuse, qu'on n'observe point ou qui est bien moins sensible dans la décomposition des nitrates précédens. Cela est dû à l'adhérence de l'acide, moins forte pour la chaux que pour les bases dont il a été parlé plus haut.

E. *Action de l'air.*

7. Le nitrate de chaux est le plus déliquescent de tous les sels; il suffit de l'exposer quelques heures à l'air pour qu'il se fonde entièrement: aussi est-il employé quelquefois en chimie pour dessécher les gaz, en les faisant traverser par des tubes qui contiennent du nitrate de chaux desséché. C'est à raison de la présence de ce sel dans le salpêtre brut que

celui-ci attire l'humidité de l'atmosphère, et que le nitre qui n'est pas bien raffiné, et qui contient encore du nitrate de chaux, ne peut pas être employé à la fabrication de la poudre.

F. *Action de l'eau.*

8. Ce sel est extrêmement dissoluble dans l'eau. Une partie d'eau dissout quatre parties de nitrate de chaux; l'eau bouillante en dissout encore davantage, de sorte que celle qui entre dans sa cristallisation suffit pour le fondre, à la moindre chaleur. On ne le fait cristalliser qu'avec beaucoup de difficulté; souvent même sa dissolution épaisse et ne donnant pas de cristaux, se prend en masse par la moindre agitation; alors la liqueur s'échauffe fortement, et le corps salin déposé est extrêmement solide. Lorsqu'il a été fortement calciné, il absorbe avec beaucoup de chaleur l'eau qu'on jette dessus et la solidifie.

G. *Décomposition; proportions des principes.*

9. Le nitrate de chaux contient tant d'eau dans ses cristaux, qu'il allume mal les corps combustibles. Lorsqu'on le met sur des charbons allumés, il les éteint en se fondant et en les humectant. Il ne détonne ni avec le carbone, ni avec le soufre, ni avec les métaux mêlés en poudre avec lui, parce que quand on chauffe ces mélanges, le nitrate de chaux se fond et mouille les substances combustibles. En se calcinant il enveloppe ces substances et ne produit que quelques étincelles rares et peu brillantes.

10. Les acides agissent sur lui comme sur les autres nitrates. L'acide sulfurique concentré, versé dans sa dissolution, lui enlève la chaux et forme avec elle un sulfate qui se dépose. L'acide phosphorique le décompose en partie par la voie humide, sans le précipiter, parce qu'il forme du phosphate

acide de chaux, qui reste dissous dans l'acide nitrique qui se sépare.

11. La barite, la potasse, la soude et la strontiane le décomposent par la voie sèche et par la voie humide. Dans ce dernier cas, chacune des bases indiquées précipite la chaux et forme des sels qui restent en dissolution dans la liqueur. Le silice et l'alumine le décomposent aussi par l'action du calorique, et en dégagent l'acide nitrique. On pourrait même se servir de ce sel pour en obtenir l'eau forte; aussi les distillateurs emploient-ils les *nitres bruts*, ou chargés d'eau mère ou de nitrate de chaux, pour les décomposer par l'argile. L'eau de chaux donne souvent un précipité avec le nitrate calcaire qui enlève le dissolvant de la chaux, qui la fait ainsi déposer, et qu'on redissout en ajoutant beaucoup d'eau.

12. Le nitrate de chaux décompose par une double attraction élective tous les sulfates, excepté celui de chaux, surtout les sulfates de potasse, de soude, d'ammoniaque et de magnésie; il se forme constamment du sulfate de chaux qui se précipite, et des nitrates qui restent en dissolution dans l'eau.

13. L'analyse du nitrate de chaux montre dans ce sel les proportions suivantes :

Acide nitrique	43.
Chaux.	32.
Eau.	25.

H. *Usages.*

14. Le nitrate de chaux n'est d'usage que dans les expériences de chimie. Dans les arts, on ne s'en sert pas immédiatement; on ne s'occupe que des moyens de le décomposer pour le convertir en nitrate de potasse, et on y emploie, chez les salpétriers etdans les ateliers de raffinage, ou de la potasse, ou du sulfate de potasse. On pourrait le faire servir à l'extraction de l'*eau forte* du commerce, au lieu du nitrate de

potasse beaucoup plus précieux et beaucoup plus cher. Autrefois on destinait l'eau mère du nitre à extraire par l'évaporation ou par la précipitation ce qu'on nommait la magnésie du nitre. C'était un médicament très-incertain, très-mauvais ; on y a renoncé, depuis qu'on ne prescrit que la véritable magnésie précipitée du sulfate de cette terre.

ESPÈCE VI. — *Nitrate d'ammoniaque.*

A. *Synonymie ; histoire.*

1. Le nitrate d'ammoniaque a été appelé *sel ammoniacal nitreux*, et sur-tout *nitre inflammable*, *nitrum flammans* ; c'était spécialement à son espèce d'inflammabilité spontanée, source du dernier nom cité, qu'on avait fait attention avant les nouvelles découvertes. Le cit. Berthollet est celui des chimistes modernes qui a le mieux étudié ce sel, et qui a fait connaître avec le plus de soin ses propriétés caractéristiques ; son histoire est devenue très-claire et très-facile d'après les recherches de cet habile chimiste.

B. *Propriétés physiques ; histoire naturelle.*

2. Il se cristallise en prismes hexaèdres terminés par des pyramides très-aiguës ; on l'obtient souvent sous la forme de longs filets soyeux, satinés, moux et élastiques. Sa saveur est très-âcre, très-piquante et très-amère ; sa première impression dans la bouche est froide. On ne le connaît pas dans la nature.

C. *Préparation.*

3. On le prépare en unissant directement l'acide nitrique et l'ammoniaque ; on lui donne la forme cristalline par une évaporation et un refroidissement bien ménagés. Lorsqu'il est convenablement préparé, il est pur et n'a besoin d'aucun

travail ultérieur. Il se forme dans beaucoup de cas où l'acide nitrique se décompose, comme on le verra par la suite.

D. *Action du calorique.*

4. Le nitrate d'ammoniaque est très-fusible dans l'eau de sa cristallisation ; il se dessèche ensuite par l'action du feu continuée ; lorsqu'on augmente sa température, il prend feu et détonne spontanément ; après qu'il a répandu une flamme blanche assez brillante avec un bruit assez considérable, il se dissipe en entier en vapeur dans l'atmosphère ; il répand en même temps une odeur sensible d'acide nitreux. Cette espèce d'inflammation ou de détonation spontanée a lieu sur-le-champ lorsqu'on jette du nitrate d'ammoniaque sur un vaisseau rouge de feu, et même avant cette température rouge.

5. Ce phénomène d'inflammation spontanée connu depuis long temps et qui avait fait nommer ce sel nitre inflammable, avait fait imaginer ou entrevoir que l'alcali volatil contenait quelque chose de combustible. Rien n'est plus facile à concevoir aujourd'hui que cette inflammation spontanée, lorsqu'on se rappelle la composition de l'acide nitrique et celle de l'ammoniaque. L'hidrogène de celle-ci se porte rapidement sur l'oxigène nitrique, et il y a combustion et déflagration par la condensation de ce dernier principe et par le dégagement de la matière du feu ; il se forme de l'eau et il se dégage du gaz azote par la séparation de ce second principe commun aux deux composans du sel.

6. Berthollet a prouvé la certitude de cette théorie en distillant du nitrate d'ammoniaque avec beaucoup de soin dans une cornue de verre, à laquelle était adapté un ballon muni d'un tube plongeant sous des cloches pleines d'eau. Il a remarqué qu'en donnant un feu doux et par degrés, il y avait décomposition complète de ce sel sans inflammation. Le produit de cette analyse a été la disparition totale de l'ammoniaque, formation d'eau, dégagement de gaz oxigène et de

gaz azote, et une partie d'acide nitrique volatilisé et dissous dans l'eau du récipient ; il a échappé quelquefois un peu de nitrate d'ammoniaque, non décomposé. On voit ici que la quantité d'acide nitrique de ce sel est plus grande qu'il ne faut pour décomposer l'ammoniaque qui y est contenue et dans laquelle il n'y a qu'un cinquième d'hidrogène.

7. Ce phénomène bien apprécié prouve que le nitrate d'ammoniaque est plus décomposable que volatil, et qu'on ne peut pas l'obtenir sublimé, puisqu'il est détruit dans l'un de ses principes et par la réaction de ses composans, avant la température même qui serait nécessaire pour le réduire tout entier en vapeur.

E. *Action de l'air.*

8. Le nitrate d'ammoniaque attire l'humidité de l'air et se fond complétement par son contact, de sorte qu'on ne peut le conserver sous sa forme cristalline, sans le couvrir ou l'enfermer soigneusement. On doit mettre ses beaux cristaux bien secs dans des capsules hermétiquement fermées par des couvercles de verre.

F. *Action de l'eau.*

9. L'eau froide dissout si facilement le nitrate d'ammoniaque que deux parties de ce liquide à dix degrés suffisent pour en dissoudre une de ce sel. L'eau chaude en prend le double de son poids, et il se cristallise par le refroidissement. Si celui-ci est très-lent et très-ménagé, le nitrate d'ammoniaque prend une forme régulière ; s'il est brusque, il donne de petits cristaux grouppés et satinés.

G. *Décomposition ; proportions des principes.*

10. Le nitrate d'ammoniaque détonne assez rapidement et fortement avec les corps combustibles, sur-tout avec le charbon et le soufre ; cependant il n'imite pas les effets de la poudre à

canon, parce qu'il retient toujours trop d'humidité. Dans cette inflammation, il existe une différence très-grande entre ce sel et les autres nitrates ; c'est qu'ici la base se décompose et disparaît comme l'acide, au lieu que les autres nitrates laissent leur base unie ou mêlée avec les corps combustibles brûlés.

11. Dans les décompositions que les acides sont susceptibles de lui faire éprouver, l'acide muriatique réagit sur l'ammoniaque à mesure qu'en décomposant l'acide nitrique il passe à l'état oxigéné. Les acides phosphorique et boracique n'ont pas le temps de s'unir à sa base par l'action du feu, parce que le calorique opère la décomposition réciproque de ses deux principes avant que ces acides puissent se combiner avec l'ammoniaque.

12. Toutes les bases excepté la silice, l'alumine et la zircone ont de l'action sur le nitrate d'ammoniaque. La barite, la potasse, la soude, la strontiane et la chaux le décomposent complétement en s'unissant à son acide et en séparant l'ammoniaque, même à froid, et par la simple trituration. La magnésie le décompose entièrement par l'action du feu, et ne le décompose qu'à moitié par la voie humide ; dans ce dernier cas il se forme un sel triple dont il va être question.

13. Il n'y a que peu de réaction entre le plus grand nombre des sulfates et le nitrate d'ammoniaque ; ceux à base de potasse et de soude sont les seuls décomposés.

14. Cent parties de nitrate d'ammoniaque contiennent :

Acide nitrique. . .	46.
Ammoniaque. . .	40.
Eau.	14.

H. *Usages.*

15. Le nitrate d'ammoniaque n'est employé que dans les expériences de chimie ; on n'en a fait encore aucun usage ni comme médicament, ni comme instrument dans les arts.

ESPÈCE VII. — *Nitrate de magnésie.*

A. *Synonymie ; histoire.*

1. Le nitrate de magnésie a été nommé *nitre à base de magnésie*, *salpêtre magnésien*, *magnésie nitrée*. Peu de chimistes en ont examiné les propriétés ; aussi ne les connaît-on encore que très-peu : Bergman est celui qui en a fait l'histoire la plus complète.

B. *Propriétés physiques ; histoire naturelle.*

2. Ce sel se cristallise en prismes à quatre pans rhomboïdaux, dont les sommets sont obliques ou comme tronqués. Souvent on l'obtient sous la forme de petites aiguilles réunies en faisceaux. Sa saveur est piquante et amère, mais moins forte que celle du nitrate de chaux, quoiqu'elle soit assez analogue.

3. On trouve le nitrate de magnésie souvent mêlé avec celui de potasse dans les lieux où celui-ci se forme et d'où on l'extrait. Il est contenu dans les eaux mères du nitre ; et il reste, après la cuite et la cristallisation de celui-ci, mêlé avec le nitrate de chaux.

C. *Préparation.*

4. Quoiqu'on rencontre ce sel dans la nature, comme il est difficile de l'extraire bien pur, on le prépare le plus souvent en combinant l'acide nitrique avec la magnésie, et en lui faisant prendre la forme cristalline. Sa pureté dépend donc de celle des matériaux qu'on emploie pour le former.

D. *Action du calorique.*

5. Le nitrate de magnésie est fusible au feu et se dessèche assez facilement. Il se décompose d'une manière particulière, en continuant à le chauffer ; il ne donne que quelques bulles

de gaz oxigène, ensuite de la vapeur nitreuse, puis de l'acide non décomposé. La magnésie reste pure et isolée après cette décomposition.

E. *Action de l'air.*

6. Ce sel évaporé à l'air en attire l'humidité, et se fond quoique lentement dans l'atmosphère.

F. *Action de l'eau.*

7. Le nitrate de magnésie est extrêmement dissoluble dans l'eau. Il ne faut presque qu'une partie d'eau à dix degrés pour en dissoudre une de ce sel; à chaud, elle en dissout encore davantage; ainsi il se cristallise confusément et presque en masse par le refroidissement de sa dissolution. Pour l'obtenir bien cristallisé, on expose sa dissolution, faite à froid dans un vase large et qui n'en contient qu'une légère couche, au soleil pendant les beaux jours de l'été. Il prend alors la forme prismatique décrite plus haut.

G. *Décomposition; proportions.*

8. Le nitrate de magnésie fait brûler difficilement les corps combustibles; à peine existe-t-il quelques scintillations sur les charbons allumés. En général il ne peut détonner avec la plupart de ces corps, parce qu'il est décomposé et a perdu son acide avant que la température soit assez élevée pour que cette détonation ait lieu.

9. Les bases terreuses et alcalines décomposent ce sel, excepté l'alumine, la zircone et la silice; la magnésie se dépose par les dissolutions de barite, de potasse, de soude, de strontiane, et de chaux; et les sels nitriques formés par ces bases restent en dissolution dans la liqueur. On a proposé de précipiter l'eau mère du nitre par l'eau de chaux, et c'est en effet un moyen d'obtenir de la magnésie. L'ammoniaque

ne décompose qu'en partie le nitrate de magnésie, et forme un sel triple entre le nitrate d'ammoniaque et celui de magnésie.

10. Il en est du nitrate de magnésie comme de plusieurs des nitrates précédens; il décompose plusieurs espèces de sulfates. Il s'unit en sel triple au nitrate d'ammoniaque. Il se précipite souvent de sa dissolution par celle du nitrate de chaux lorsque cette dernière est concentrée, parce qu'elle enlève l'eau au nitrate de magnésie. On peut même le faire cristalliser par ce procédé.

11. Bergman donne les proportions suivantes du nitrate de magnésie.

Acide nitrique 43.
Magnésie. . . 27.
Eau. . . . . 30.

H. *Usages.*

12. Le nitrate de magnésie n'est encore d'aucune utilité, excepté dans les démonstrations chimiques. Il sert quelquefois à obtenir la magnésie par la précipitation.

ESPÈCE VIII. — *Nitrate ammoniaco-magnésien.*

A. *Synonymie; histoire.*

1. Ce n'est que depuis quelques années que cette espèce de sel triple est découvert; je l'ai le premier fait connaître en 1790. Il n'avait pas de nom dans l'ancien langage, puisqu'il était vraiment inconnu.

B. *Propriétés physiques; histoire naturelle.*

2. On ne sait pas si ce sel existe dans la nature; il est vraisemblable qu'il fait partie des eaux mères du nitre extrait des matières animales pourries, ou des nitrières artificielles.

3. On a peu de notions encore sur ses caractères distinctifs ; il a une saveur amère, âcre et ammoniacale. On sait qu'il est souvent en prismes fins et aiguillés, et qu'il est susceptible de se cristalliser.

C. *Préparation.*

4. On le prépare, en décomposant à moitié du nitrate d'ammoniaque par la magnésie, ou du nitrate de magnésie par l'ammoniaque, et en unissant directement des dissolutions de nitrate d'ammoniaque et de nitrate de magnésie. Cette dernière méthode fournit ce sel pur et en cristaux qui se déposent peu de temps après le mélange.

D. *Action du calorique.*

5. Le nitrate ammoniaco-magnésien est un peu inflammable spontanément quand on le chauffe rapidement. En le chauffant lentement dans des vaisseaux fermés il donne, après s'être fondu, du gaz oxigène, du gaz azote, de l'eau plus abondante que celle qu'il contenait, de la vapeur nitreuse et de l'acide nitrique. On n'y trouve plus la moindre trace d'ammoniaque ; il laisse pour résidu de la magnésie pure.

E. *Action de l'air.*

6. Quoique composé de deux sels déliquescens, il l'est beaucoup moins qu'eux et beaucoup plus permanent à l'air, au milieu duquel il s'humecte cependant.

F. *Action de l'eau.*

7. Il est un peu moins dissoluble que les deux sels qui le forment ; onze parties d'eau suffisent cependant pour le dissoudre à dix degrés ; l'eau bouillante en prend davantage. Il se cristallise en refroidissant.

G. *Décomposition ; proportion des principes.*

8. Dans les phénomènes de sa décomposition, il n'y a que la manière dont il est altéré par les bases, qui le caractérise et qui doive être énoncée ici. L'ammoniaque n'y produit aucun effet ; la magnésie à chaud en chasse l'ammoniaque, et forme du résidu un nitrate magnésien pur. La potasse, la soude, la barite, la strontiane et la chaux le décomposent complétement par la voie sèche et par la voie humide. Quand on triture ce sel cristallisé avec l'une ou l'autre de ses bases, il se dégage de l'ammoniaque ; en lessivant le mélange on enlève les nouveaux sels formés, et la magnésie reste au fond de l'eau. Quand dans la dissolution on verse l'une des dissolutions de ces bases, il y a précipitation de la magnésie et tout à la fois dégagement d'odeur ammoniacale.

9. Des expériences exactes m'ont appris que le nitrate ammoniaco-magnésien est formé d'environ quatre parties de nitrate de magnésie, et d'une partie de nitrate d'ammoniaque, ou plus exactement de

Nitrate de magnésie. . 0,78.
Nitrate d'ammoniaque. 0,22.

H. *Usages.*

10. On n'a fait jusqu'ici aucun usage du nitrate ammoniaco-magnésien. A peine est-il connu encore des chimistes.

ESPÈCE IX. — *Nitrate de glucine.*

A. *Synonymie ; histoire.*

1. La force avec laquelle l'acide nitrique agit comme dissolvant des terres dans les analyses, et la facilité que présentent ces dissolutions dans leur examen par divers réactifs

ayant servi au citoyen Vauquelin de moyens très-utiles pour bien connaître les propriétés de la glucine, il en résulte que le nitrate de cette base est celui de tous les sels qui lui appartiennent, dont l'histoire est la plus avancée et la plus complète.

B. *Propriétés physiques.*

2. Le nitrate de glucine ne prend point de forme cristalline, au moins à la manière d'un grand nombre d'autres sels ; il est ou pulvérulent, ou en masse filante ou ductile. Il a une saveur d'abord très-sucrée qui finit par être astringente : on ne peut pas prévoir s'il existe dans la nature.

C. *Préparation.*

3. On le prépare, en dissolvant la glucine bien pure dans l'acide nitrique également purifié qu'on en sature. On garde cette dissolution pour la soumettre dans cet état à différens essais, ou bien on la concentre, on l'épaissit par l'évaporation, ou même on la porte à l'état sec et pulvérulent par la désiccation à un feu doux et bien ménagé.

D. *Action du calorique.*

4. Le nitrate de glucine chauffé se ramollit et se fond promptement. Quand on augmente l'action de la chaleur, il se décompose facilement, son acide se sépare en ses deux principes gazeux, et sa base reste seule et pure.

E. *Action de l'air.*

5. Ce sel est très-avide d'humidité : quand on l'expose à l'air, il se ramollit en quelques instans et se résout bientôt entièrement en liqueur. Il pourrait servir comme le nitrate de chaux pour dessécher les gaz.

F. *Action de l'eau.*

6. Il est très-dissoluble dans l'eau, et il y adhère tellement qu'on n'a pas pu encore l'obtenir sous forme cristalline, et qu'on a même de la peine à le dessécher. Il prend dans ce dernier cas la forme d'une masse épaisse, pâteuse et ductile, comme du miel. Cette espèce de pâte saline se résout promptement en liqueur par son exposition à l'air.

G. *Décomposition ; proportion de ses principes.*

7. Le nitrate de glucine n'est décomposé complétement que par l'acide sulfurique, en sorte qu'il est bien démontré que l'acide nitrique tient le second rang dans les attractions de cette terre.

8. Parmi les bases salifiables il n'y a que l'alumine, la zircone et la silice qui n'en séparent pas la glucine. Les deux autres terres en opèrent la précipitation ainsi que les alcalis. La potasse et la soude redissolvent la glucine qu'elles en séparent lorqu'on les ajoute en excès. Cette terre ressemble par là à l'alumine ; on en reconnaît cependant la différence parce qu'on est obligé d'ajouter pour la dissoudre une quantité d'alcali plus grande que celle qui est nécessaire pour dissoudre l'alumine. L'ammoniaque la précipite toute entière sans la dissoudre. Ce sel est trop aqueux pour fuser sur les charbons allumés et pour enflammer les corps combustibles.

9. Le nitrate de glucine donne, avec l'alcool chargé de la matière dissoluble de la noix de galle, un précipité floconneux d'un jaune brun qui se forme sur-le-champ. On le reconnaît aisément d'avec le nitrate d'alumine, dont il se rapproche assez par plusieurs propriétés, non-seulement à l'aide du précipité indiqué, mais encore parce qu'il ne se précipite pas par les sels oxaliques, tartareux et prussiques dissolubles, tandis que le nitrate d'alumine est tout-à-coup précipité par ces sels réactifs.

10. Pour s'assurer plus encore de la différence de la glucine et de l'alumine, on peut décomposer le nitrate d'alumine en le faisant chauffer avec de la glucine pure ; l'alumine se précipite. En décantant la liqueur, en la précipitant par du carbonate de potasse, en dissolvant ensuite la glucine précipitée dans l'acide sulfurique, et traitant cette dissolution par la potasse, on n'en obtient point d'alun.

11. Quoique le nitrate de glucine soit le plus connu de tous les sels formés par cette base terreuse, on n'en a point déterminé les proportions, et le citoyen Vauquelin assure seulement qu'il faut un peu plus de glucine que d'alumine pour saturer la même dose d'acide nitrique.

H. *Usages.*

12. On conçoit bien qu'un sel si nouvellement découvert que le nitrate de glucine ne peut avoir encore aucun usage.

ESPÈCE X. — *Nitrate d'alumine.*

A. *Synonymie ; histoire.*

1. Ce sel, dans l'ancien langage, était appelé *nitre d'argile*, *alun nitreux*, *argile nitrée*. On l'a peu examiné jusqu'ici, et les chimistes se sont presque tous contentés de dire qu'il prenait la forme gélatineuse au lieu de se cristalliser, et qu'il avait une saveur astringente.

B. *Propriétés physiques ; histoire naturelle.*

2. Le nitrate d'alumine est en lames ou feuillets minces moux et plians, peu brillans, d'une saveur austère et toujours acide. Il rougit les couleurs bleues végétales. On ne le connait pas dans la nature.

C. *Préparation.*

3. Il est toujours le produit de l'art qui le forme en combinant directement l'alumine avec l'acide nitrique. On observe, en le préparant, qu'il est impossible de neutraliser l'acide de ce sel, que l'alumine n'en masque jamais les propriétés et la saveur, et qu'elle ne s'y dissout qu'avec peine; aussi n'est-il que très-peu cristallisable et ne l'obtient-on que difficilement sous la forme de feuillets : souvent il est en masse gélatineuse.

D. *Action du calorique.*

4. L'adhérence de ses deux principes est si faible que le calorique les sépare avec la plus grande facilité; en chauffant le nitrate d'alumine dans des vaisseaux fermés, on en obtient l'acide nitrique sans décomposition, et l'alumine reste bientôt pure et isolée.

E. *Action de l'air.*

5. Il est déliquescent et conserve une mollesse et une humidité constante à l'air.

F. *Action de l'eau.*

6. On ne peut pas calculer sa dissolubilité puisque la moindre quantité d'eau qu'on y ajoute le met dans l'état visqueux et comme gélatineux. Ce n'est presque que par hazard et en évaporant avec beaucoup de précaution sa dissolution qu'on l'obtient sous la forme de lames au premier moment de son refroidissement ou par les progrès même de l'évaporation; souvent elle se prend en masse tremblante, comme une sorte de gelée peu transparente et de couleur d'opale.

G. *Décomposition; proportions.*

7. Il ne fait presque point brûler avec flamme, et jamais

avec détonation, les matières combustibles à cause de l'eau qu'il retient en grande abondance, il est décomposé très-promptement par l'acide sulfurique qui en dégage l'acide nitrique, par le muriatique qui fait passer ce dernier à l'état nitreux et se dégage lui-même en acide muriatique oxigéné. Toutes les bases, excepté la silice et la zircone, le décomposent et séparent l'alumine en s'emparant de son acide. Il paraît que la potasse et l'ammoniaque peuvent s'y unir en petite quantité et le convertir en sel triple comme l'alun, mais je n'ai encore qu'entrevu cette propriété. On ne connaît pas les proportions de ses principes.

H. *Usages.*

8. Le nitrate d'alumine n'est encore d'aucun usage.

ESPÈCE XI. — *Nitrate de zircone.*

A. *Synonymie ; histoire.*

1. Le nitrate de zircone ne peut point avoir de synonymes dans la science, puisqu'il a été assez long temps inconnu, même depuis l'établissement de la nouvelle nomenclature. C'est à M. Klaproth qu'on en doit la découverte. Les citoyens Guyton et Vauquelin l'ont examiné après l'inventeur.

B. *Propriétés physiques.*

2. Il n'est jamais que sous la forme de petites aiguilles capillaires et soyeuses ; sa saveur est styptique ; on ne le connaît pas dans la nature.

C. *Préparation.*

3. On le prépare, en unissant directement la zircone avec

l'acide nitrique concentré, afin de n'avoir qu'une légère évaporation à faire pour l'obtenir cristallisé.

D. *Action du calorique.*

4. Aucun nitrate n'est plus décomposable au feu que celui-ci: il suffit de chauffer quelque temps, comme pour l'évaporer, la dissolution de ce sel; on sent l'acide nitrique qui s'en exhale, et la base terreuse se précipite de la liqueur; on en obtient même une précipitation complète en faisant bouillir quelque temps cette dissolution. Par ce caractère la zircone ressemble à la silice, qui, dissoute ou suspendue dans les acides en raison de son grand état de division, s'en sépare à l'aide de l'action seule du calorique.

E. *Action de l'air.*

5. Le nitrate de zircone est déliquescent.

F. *Action de l'eau.*

6. Il est fort dissoluble dans l'eau et très-difficile à obtenir cristallisé, à raison de sa décomposition si facile.

G. *Décomposition.*

7. Il ne détonne point avec les corps combustibles et les brûle lentement comme le ferait l'acide nitrique seul. Les acides sulfurique et muriatique le décomposent très-facilement: le premier trouble et précipite la dissolution en sulfate de zircone; le second change son acide en nitreux. Toutes les bases décomposent, avec la plus grande promptitude, le nitrate de zircone et lui enlèvent son acide en précipitant sa terre plus ou moins pure. On ne sait pas s'il peut faire des sels triples, ni comment il agit sur les diverses espèces de sulfates. On ignore également la proportion de ses composans.

H. *Usages.*

8. Ce sel, très-rare à cause de la difficulté de se procurer la zircone, ne peut être employé à aucun usage; il n'a même pas encore été préparé assez abondamment pour en reconnaître les principales propriétés; à peine a-t-on assez de notions pour les distinguer des autres nitrates et pour lui assigner les caractères spécifiques.

ARTICLE V.

GENRE IV.

NITRITES TERREUX ET ALCALINS.

§. Ier.

Des caractères génériques de ces sels.

1. Les sels qu'on désigne par le nom de nitrites n'étaient pas connus avant l'époque de la nomenclature méthodique; on n'avait même absolument nulle idée de leur existence et de leur différence d'avec les nitrates. Ce n'est qu'au moment de la distinction précise de l'acide nitreux d'avec l'acide nitrique qu'on a commencé à reconnaître qu'il devait exister des sels différens des nitrates dans les combinaisons de l'acide nitreux avec les bases. Cependant Bergman avait entrevu, dès 1775, que l'acide du nitre, dans cet état qu'il croyait être *phlogistiqué*, devait former des sels différens de ceux qu'il donne dans son état ordinaire; ainsi dans ses attractions électives il présente ces sels comme des nitres *phlogistiqués*.

2. Il n'est pas difficile de comprendre pourquoi les nitrites ont été long temps inconnus, et pourquoi, aujourd'hui même,

quoiqu'on ait reconnu depuis plus de vingt ans leur existence, sur-tout dans la doctrine française, leurs propriétés sont encore presque entièrement ignorées. On ne peut les obtenir que par un seul procédé dont on ne soupçonnait pas autrefois l'influence. Jamais on ne parvient à unir directement ou immédiatement l'acide nitreux aux bases alcalines et terreuses, comme on le fait pour l'acide sulfureux, l'acide phosphoreux, etc. J'ai déja dit ailleurs, et je dois rappeler ici que, quand on met un alcali ou une terre en contact avec l'acide nitreux le plus pur, ou la vapeur nitreuse rutilante, cette base qui ne s'y unit pas mais qui la décompose, absorbe la portion d'acide nitrique qu'elle contient, et en dégage le gaz nitreux ou l'oxide d'azote, de sorte qu'en perdant la couleur rouge, par l'acte même de cette absorption, le gaz qui en est le résidu redevient de nouveau rutilant par l'addition du gaz oxigène. Ainsi, jamais par ce procédé, de quelque manière qu'on opère, quelque base que l'on prenne, on n'obtient et on ne peut obtenir qu'un nitrate, à cause de l'attraction plus forte entre ces bases et l'acide nitrique, que celle qui existe entre ce dernier et l'oxide nitreux.

3. On ne parvient à obtenir des nitrites qu'en décomposant partiellement les nitrates et en leur enlevant, par l'action du calorique, une portion de l'oxigène nitrique. Alors il reste de véritables nitrites, pourvu qu'on ne chauffe pas un peu trop fortement, car la vapeur nitreuse tend à se dégager alors, comme on l'a vu dans les nitrates dont les bases sont faiblement adhérentes à la combinaison saline. On ne peut pas non plus fabriquer des nitrites, en essayant d'unir aux nitrates un excès d'oxide nitreux ou de gaz nitreux qu'ils ne sont pas susceptibles d'absorber, parce que leur acide nitrique a plus d'attraction avec les bases qu'il n'en a pour cet oxide. C'est à raison de ce mode unique de préparation que je les place immédiatement après les nitrates dont ils ne sont que des modifications.

4. Comme peu de chimistes se sont occupés jusqu'ici de comparer les nitrites aux nitrates, et de chercher l'art de les préparer, on n'a point encore un procédé uniforme certain pour les obtenir dans un état constant. Ce qu'on fait se réduit à traiter les nitrates dans des vaisseaux ouverts ou fermés, à en séparer une portion de gaz oxigène, et à les pousser ainsi jusqu'à ce que par le contact d'un acide concentré, même de l'acide nitrique, il s'en dégage une vapeur rutilante avec effervescence vive. Dans des vaisseaux fermés, il sont arrivés communément à cet état du moment où quelque trace de vapeur rouge succède au gaz oxigène dans les appareils où on les distille. Voilà pourquoi il vaut mieux les préparer par la distillation dans des cornues de verre, que par la simple calcination dans des creusets.

5. Quoiqu'ils soient peu examinés et peu connus encore, les observations faites sur plusieurs nitrates calcinés et manifestement passés à l'état de nitrites, me suffiront pour en décrire l'histoire générique. Ils sont plus ou moins cristallisables ; d'une saveur fraîche comme les nitrates, mais plus âcre et manifestement nitreuse quand on les tient quelque temps dans la bouche. Traités par le feu, les uns se décomposent complétement en gaz oxigène et en gaz azote ; (le second est plus abondant que dans la décomposition des nitrates) ; les autres laissent aller leur acide nitreux et donnent, dès la première impression du calorique, une vapeur rouge qui les fait facilement distinguer des nitrates traités de la même manière.

6. Ils n'absorbent que très difficilement l'oxigène gazeux, un peu mieux celui qui est liquide, encore ne se convertissent-ils en nitrates qu'avec beaucoup de peine et de temps. Il paraît que dans tous les cas de nitrification naturelle il se forme des nitrites avant les nitrates, et que ceux-ci ne sont parfaits qu'après un temps plus ou moins long d'exposition à l'air. C'est un fait qu'il est très-important de vérifier sur l'état des sels qui composent les nitrières artificielles ou naturelles

au commencement de la formation du nitre dans ces substances. On voit que sous ce point de vue les nitrites diffèrent beaucoup des sulfites qui absorbent bien plus rapidement l'oxigène. En général les nitrites sont déliquescens.

7. Ils servent moins à la combustion que les nitrates, à raison de la moindre proportion d'oxigène qu'ils contiennent et de la plus grande quantité d'azote qui s'en dégage par l'action du calorique ; aussi ne présentent-ils qu'une faible détonation avec les corps combustibles.

8. Ils sont très-dissolubles, donnent du froid pendant leur dissolution, se dissolvent plus à chaud qu'à froid, et se cristallisent par le refroidissement. Ils agissent sur les oxides métalliques de la même manière que les nitrates, et ne présentent point de différence sensible sous ce rapport.

9. Presque tous les acides, même le nitrique, excepté le carbonique, décomposent les nitrites et en chassent l'acide nitreux. Ceux qui sont concentrés, et sur-tout le sulfurique en dégagent sur le champ une vapeur rouge considérable et très-épaisse ; l'acide nitrique concentré produit le même effet, ce qui prouve une différence bien réelle entre les nitrites et les nitrates. L'acide muriatique, quand on s'en sert pour séparer le nitreux, ne passe point à l'état oxigéné, et l'acide muriatique oxigéné ne les change point en nitrates comme il change les sulfites en sulfates, parce que, quoique décomposé par le gaz nitreux, on sait qu'il ne l'est pas par cet acide saturant l'acide nitrique ; cette action bien distincte des acides sur les nitrites, comparée à celle qu'ils exercent sur les nitrates, suffirait seule pour leur servir de caractères génériques.

10. Les bases salifiables se comportent diversement avec les nitrites, suivant leurs espèces, et cela est relatif à la différence d'attraction qu'elles exercent comparativement sur l'acide nitreux ; il faut cependant ajouter que la silice et l'alumine favorisent encore plus la décomposition des nitrites et le dégagement de leur acide, qu'elles ne le font pour les nitrates

en raison de la forte attraction qu'elles exercent sur leurs bases moins adhérentes et un peu plus à nu.

11. On n'a point apprécié l'action des nitrites sur les sulfates, les sulfites et les nitrates. Il y a sans doute beaucoup d'unions triples ou de décompositions par attractions doubles entre tous ces sels ; elles n'ont point été appréciées. Les nitrites ne sont encore d'aucun usage.

12. Quant au nombre et à la disposition des espèces qui composent le genre, le peu de notions exactes qu'on a encore sur leurs propriétés ne permet pas de donner une méthode aussi sûre que pour la plupart des autres genres. On se contentera donc, en invoquant avec Bergman l'analogie, de les présenter ici comme les nitrates :

1°. Nitrite de barite ;
2°. Nitrite de potasse ;
3°. Nitrite de soude ;
4°. Nitrite de strontiane ;
5°. Nitrite de chaux ;
6°. Nitrite d'ammoniaque ;
7°. Nitrite de magnésie ;
8°. Nitrite ammoniaco-magnésien ;
9°. Nitrite de glucine ;
10°. Nitrite d'alumine ;
11°. Nitrite de zircone.

§. I I.

Des caractères spécifiques des nitrites terreux et alcalins.

ESPÈCE I. — *Nitrite de barite.*

1. On n'a point encore examiné ce sel ; on sait seulement que lorsqu'on décompose, dans une cornue de grès ou de

porcelaine, le nitrate de barite, comme on le fait pour obtenir cette terre bien pure et bien caustique, si l'on arrête l'opération après avoir extrait environ le tiers du gaz oxigène que ce sel peut donner, ce qui reste alors donne des vapeurs très-rouges par l'acide sulfurique concentré; c'est le nitrite de barite.

ESPÈCE II. — *Nitrite de potasse.*

1. C'est cette espèce qui est la mieux connue encore, ou plutôt la moins inconnue. Lorsqu'on a fait bouillir quelque temps, dans un creuset ou dans une cornue, du nitre ou nitrate de potasse, le résidu est déliquescent et âcre; il verdit les couleurs bleues végétales, attire l'humidité de l'air, ne détonne plus que faiblement avec les corps combustibles, donne des vapeurs rouges épaisses par le contact de l'acide sulfurique concentré ou même de l'acide nitrique, de l'acide muriatique, de l'acide phosphorique et fluorique. C'est pour cela que si l'on distille du nitre fondu avec de l'acide sulfurique, on obtient pour produit un acide plus ou moins rouge. On voit encore que, si dans la préparation du cristal minéral des pharmacies, on tient un peu trop long temps fondu le nitre, on doit en convertir une partie en nitrite. Au reste, on ne connaît ni la forme particulière, ni la dissolubilité, ni les attractions, ni la proportion des principes de ce sel. On ne sait pas même s'il n'est pas variable dans sa composition; et c'est ici la première fois que dans un ouvrage systématique de chimie, on le range parmi les sels, ainsi que les autres espèces de nitrites. Il ne peut encore être d'aucun usage, à moins qu'on ne regarde comme tel sa propriété de donner de l'acide nitreux par la distillation avec l'acide sulfurique.

ESPÈCE III. — *Nitrite de soude.*

1. Il est encore plus inconnu que les deux précédens, quoiqu'on sache qu'il existe comme eux après la décomposition partielle du nitrate de soude par le feu. On ne lui a point encore trouvé d'autres propriétés que celles qui ont été indiquées dans l'histoire du genre.

ESPÈCE IV. — *Nitrite de strontiane.*

1. On n'a point examiné ce sel ; mais on sait qu'il existe lorsqu'on a décomposé à moitié le nitrate de strontiane, et qu'à cette époque, en le traitant par les acides, on en dégage une vapeur rutilante très-épaisse et très-abondante.

ESPÈCE V. — *Nitrite de chaux.*

1. Quoiqu'on n'ait pas examiné le nitrite de chaux, plusieurs faits qui appartiennent à l'histoire du nitrate de cette base peuvent servir à en faire connaître quelques propriétés. Quand on a chauffé ce sel jusqu'à ce qu'il ait donné quelques bulles de gaz oxigène, il reste de véritable nitrite calcaire qui verdit les couleurs bleues et qui donne beaucoup de vapeur rouge par le contact des acides ; il paraît même que c'est dans cet état qu'il forme le phosphore de Baudouin ou de Balduinus, c'est-à-dire qu'après cette calcination et cette demie décomposition, il est lumineux pendant quelque temps dans l'obscurité.

ESPÈCE VI. — *Nitrite d'ammoniaque.*

1. Quoique je compte le nitrite d'ammoniaque parmi les

espèces de ce genre, comme on ne peut le préparer qu'en chauffant le nitrate de cette base, il doit être ou difficile à obtenir avant la décomposition de ce sel, ou même ne pas pouvoir être obtenu par cette voie, si à la température nécessaire à cette fabrication il est entièrement décomposable. C'est un fait à vérifier.

ESPÈCE VII. — *Nitrite de magnésie.*

1. On ne connaît pas non plus le nitrite de magnésie, quoiqu'il paraisse très-facile à faire, puisque le nitrate de cette base se décompose très-vîte, et donne, après avoir été chauffé, des vapeurs rouges par l'addition des autres acides.

ESPÈCE VIII. — *Nitrite ammoniaco-magnésien.*

1. Il en est de cette espèce comme du nitrite d'ammoniaque; c'est par simple analogie que je l'admets, parce que tous les sels magnésiens et ammoniacaux ont la propriété de s'unir en sels triples. Mais comme on ne peut le préparer qu'en chauffant le nitrate ammoniaco-magnésien, il est possible que la portion de nitrate d'ammoniaque qui y est contenue se décompose au feu avant qu'il y ait formation de nitrite simple.

ESPÈCE IX. — *Nitrite de glucine.*

1. Il y a lieu de croire que le nitrate de glucine, facilement décomposable par le feu, doit passer à l'état de nitrite de glucine avant sa décomposition totale. Mais il n'y a encore aucune observation faite sur ce point; ce qui est moins remarquable encore que pour la plupart des autres sels, puisqu'on

ne connait les composés salins de la glucine que depuis très-peu de temps.

ESPÈCE X. — *Nitrite d'alumine.*

Peut-être ce sel n'existe-t-il aussi que difficilement et dans des cas rares, puisque l'opération de chauffer le nitrate d'alumine nécessaire pour le former en dégage l'acide nitrique sans décomposition. Il se pourrait que la dissolution du nitrate d'alumine, dans lequel l'acide est si peu adhérent et toujours en excès, fut susceptible d'absorber du gaz nitreux et de passer ainsi à l'état de nitrite. Cela n'a point été tenté.

ESPÈCE XI. — *Nitrite de zircone.*

Il est encore difficile de concevoir la préparation du nitrite de zircone par le procédé de la décomposition du nitrate, à l'aide du feu, puisque la seule ébullition continuée quelque-temps suffit pour précipiter la zircone de sa dissolution. Mais le peu d'attraction de cette base pour l'acide nitrique permet de croire que le gaz nitreux qu'on y ajouterait pourrait s'y unir, changer son acide en acide nitreux, et conséquemment le nitrate en nitrite. On voit, d'après ce court exposé sur les espèces de nitrites, que la recherche de leurs propriétés est une carrière neuve encore à parcourir.

ARTICLE VI.

GENRE V.

MURIATES TERREUX ET ALCALINS.

§. Ier.

Des caractères génériques de ces sels.

1. Les sels qu'on nomme muriates dans la nomenclature méthodique de la chimie moderne, parce qu'ils sont formés par l'acide muriatique uni à des bases, portaient autrefois le nom, presque exclusif, de *sels*, parce que l'espèce principale de ce genre important est en effet le premier sel connu, le sel par excellence, celui qui a donné son nom à tous les autres. On les a souvent aussi désignés par les noms de *sels marins*. Il était naturel que ce genre fût celui qu'on eut étudié avec le plus de soin, à cause du grand usage qu'on fait de plusieurs de ses espèces; aussi y a-t-il long temps que la plupart ou au moins la série la plus utile des muriates est connue avec quelques détails. C'est sur-tout depuis le commencement du dix-huitième siècle qu'on en a fait l'objet de grandes recherches, quoique ce ne soit que vers 1745, et par les travaux de Duhamel et de Margraff, qu'on a distingué avec exactitude la base du sel marin d'avec la potasse ou alcali végétal. Après cette époque capitale dans l'histoire des muriates, les espèces diverses et plus ou moins rapprochées du sel marin ont été successivement étudiées; et on n'a pas cessé jusqu'à ces derniers temps d'augmenter les connoissances chimiques par les nombreuses expériences auxquelles ces sels ont donné lieu.

2. Les muriates existent pour la plupart dans la nature; il en est qu'on trouve sous la forme solide de fossiles dans l'intérieur du globe; quelques-uns se rencontrent dissous dans les eaux qu'ils minéralisent. On les retire aussi des substances

organiques végétales ou animales, dissous sur-tout dans les fluides de ces êtres vivans. D'après ces états divers, ou bien on les tire de la terre ; ou bien on les extrait des eaux par l'évaporation spontanée ou artificielle ; on les purifie en les dissolvant dans de nouvelle eau, et en les en séparant par une évaporation bien ménagée ou par un refroidissement lent. Il en est plusieurs espèces que la nature n'offre pas, et qu'on prépare artificiellement par différens moyens.

3. Quoique les propriétés physiques varient dans les genres et soient de véritables caractères spécifiques, il en est cependant quelques-unes qui sont assez constantes pour pouvoir les considérer comme des espèces d'indications génériques ; telle est pour les muriates la saveur salée plus ou moins franche ou pure ou mêlée d'amertume, d'âcreté, de piquant, etc. qui est cependant dominée ou surpassée en quelque sorte par celle du sel marin ordinaire.

4. La lumière n'agit pas sensiblement sur les muriates ; le calorique les fait décrépiter, fondre, sublimer ; il est même quelques espèces qu'il décompose et dont il sépare l'acide des bases ; on observe cependant, à cet égard, que la volatilité, d'ailleurs si grande, de cet acide, est singulièrement enchaînée par son union avec la plupart des terres et des alcalis, et qu'il est retenu dans ces combinaisons avec assez de force pour que la plus haute température ne puisse pas le plus souvent l'en détacher. Il y donc dans ce point une très-grande différence entre les nitrates et les muriates, puisque les premiers sont si faciles à décomposer, tandis que les seconds résistent presque tous au plus grand feu.

5. L'oxigène et l'azote n'ont aucune action sur les muriates, et le genre d'altération que quelques espèces éprouvent dans l'air (la déliquescence sur-tout qui caractérise la plupart d'entre elles, tandis que c'est, comme on l'a dit, l'efflorescence qui distingue les nitrates) ne dépend que de l'eau dissoute ou précipitée de l'atmosphère.

6. Aucun corps combustible ne présente d'action sur les muriates; c'est-là un des caractères les plus prononcés et les plus remarquables de ce genre de sels; ils diffèrent beaucoup par là des sulfates qui brûlent ces corps en passant à l'état de sulfures, et des nitrates qui les enflamment en se décomposant dans leur acide et en se réduisant à leurs bases. On sait déja que c'est à cette entière inertie sur les corps combustibles qu'est due la profonde ignorance où l'on est encore de la nature de l'acide muriatique. Quelque fortement et quelque long temps qu'on chauffe les muriates avec ces corps, ils n'éprouvent aucun changement. On a coutume de dire cependant que ces sels ont la propriété d'augmenter l'énergie du feu, et que c'est pour cela que dans quelques manufactures on jette dans les brasiers ou dans les foyers des poignées de sel marin; mais on verra dans son histoire que les effets qu'il produit sont dus à une autre cause que sa décomposition et sa prétendue énergie sur les corps combustibles.

7. Tous les muriates sont dissolubles dans l'eau, et il n'y en a pas une seule espèce qui, comme dans les sulfates et les sulfites, refusent de s'unir à ce corps et de partager sa liquidité. On les obtient presque tous cristallisés, soit en évaporant lentement leurs dissolutions, soit en les laissant refroidir avec plus ou moins de précaution. La plupart des muriates donnent à l'eau qui les dissout la propriété de s'échauffer sans se volatiliser plus ou moins au-dessus de quatre-vingt degrés.

8. Les oxides métalliques ont en général peu d'action sur ces sels; cependant quelques-uns de ces corps brûlés ont la propriété de décomposer les muriates, de s'unir à leur acide et de dégager une partie plus ou moins abondante de leurs bases. On verra bientôt qu'on emploie avec avantage ce procédé pour opérer la décomposition du muriate de soude et obtenir sa base séparée. Le calorique favorise souvent cette dernière manière d'agir.

9. Plusieurs acides, et sur-tout le sulfurique et le nitrique,

ont à toutes les températures plus d'attraction pour les bases que n'en a l'acide muriatique, de sorte qu'ils décomposent les muriates en s'emparant de leurs bases, et en dégageant leur acide avec une activité plus ou moins grande ; et comme ce dernier a la propriété de prendre facilement la forme de gaz, de là vient l'effervescence assez vive et l'espèce de pétillement ou de décrépitation qui accompagne ce dégagement de l'acide muriatique. On conçoit qu'en faisant cette décomposition dans des vaisseaux fermés on peut recueillir l'acide, et c'est ainsi qu'on traite en effet le muriate de soude pour obtenir l'acide muriatique, comme on le verra dans son histoire.

10. L'acide nitrique, en décomposant les muriates, passe à l'état d'acide nitreux et fait passer l'acide muriatique à l'état d'acide muriatique oxigéné. Aussi n'est-ce pas un moyen d'obtenir cet acide pur, et ce procédé n'était-il autrefois recommandé que pour préparer des dissolvans de l'or, dont il sera parlé ailleurs. Il reste des nitrates après la décomposition des muriates par l'acide nitrique.

11. L'acide phosphorique décompose une petite partie de quelques muriates à froid, et les décompose tous à chaud, ainsi que l'acide boracique. L'acide sulfureux, l'acide nitreux, l'acide fluorique et l'acide carbonique ne font rien sur ces sels. Les acides métalliques les décomposent souvent, comme on le montrera dans les articles consacrés aux métaux. L'acide muriatique n'adhère point aux muriates dont aucun ne peut être amené, même à l'état de sel acidule.

12. Les bases salifiables, relativement à leurs attractions réciproques pour l'acide muriatique, agissent d'une manière différente suivant les espèces. Il faut seulement remarquer en général que la silice et l'alumine, sur-tout la première, sont susceptibles d'altérer et de décomposer la plupart des muriates et de dégager leur acide en s'unissant avec leurs bases dans un état vitreux ou demi-vitreux.

13. Les effets que les muriates peuvent produire sur quelques sulfates ou nitrates n'appartiennent qu'à quelques espèces, suivant la nature desquelles ils diffèrent, et ne doivent être compris que dans les caractères spécifiques.

14. Quoique le nombre des muriates usuels ne soit pas plus considérable qu'il ne l'est dans les autres genres de sels, ils sont si avantageux dans les arts et dans une foule de travaux de l'industrie humaine, ceux même qui ne sont pas immédiatement employés se trouvent si fréquemment avec ceux qui le sont, et il est si important d'en déterminer exactement l'influence, que presque toutes les espèces méritent une attention particulière, et qu'on peut les compter parmi les matières salines qui, rendant le plus de service aux hommes, sont par cela même plus dignes d'être étudiées.

15. Je distingue douze espèces de muriates terreux et alcalins que je dispose dans l'ordre suivant, en prenant pour principe ordinaire de cette disposition les attractions des bases pour l'acide muriatique.

1°. Le muriate de barite ;
2°. Le muriate de potasse ;
3°. Le muriate de soude ;
4°. Le muriate de strontiane ;
5°. Le muriate de chaux ;
6°. Le muriate d'ammoniaque ;
7°. Le muriate de magnésie ;
8°. Le muriate ammoniaco-magnésien ;
9°. Le muriate de glucine ;
10°. Le muriate d'alumine ;
11°. Le muriate de zircone ;
12°. Le muriate de silice.

Ces douze espèces de muriates n'étant ni également intéressantes, ni également connues, on insistera spécialement sur celles qui sont les plus utiles, comme on l'a fait dans d'autres genres.

§. II.

Des caractères spécifiques des muriates terreux et alcalins.

ESPÈCE I. — *Muriate de barite.*

A. *Synonymie ; histoire.*

1. Le muriate de barite, union saturée de l'acide muriatique et de la barite, a été nommé *sel marin à base de terre pesante*, *sel marin pesant*, *barite muriatée* ou *salée*. C'est Bergman qui l'a le premier fait connaître d'après Schéele. On n'a que peu ajouté depuis à ce que ces célèbres chimistes en ont dit ; et tous ceux qui l'ont examiné n'ont presque fait que confirmer les faits annoncés par ces savans Suédois.

B. *Propriétés physiques ; histoire naturelle.*

2. La forme primitive de ce sel, suivant le citoyen Haüy, est un prisme droit à bases carrées ; sa molécule intégrante est de la même figure. Il a deux variétés dans sa cristallisation. L'une est le muriate de barite *subpyramidal* ou en table. L'autre est *octogonal*, ou formé de deux faces octogones, entourées de chaque côté de huit trapezes. Sa saveur est piquante, austère, âcre et comme métallique. C'est un des sels les plus pesans que l'on connaisse. On ne l'a point trouvé dans la nature, quoiqu'il soit permis de penser qu'il y existe. Bergman assure cependant l'avoir reconnu dans quelques eaux minérales de Suède.

C. *Préparation ; purification.*

3. Les procédés les plus employés jusqu'ici pour préparer le muriate de barite, qui est très-utile comme réactif dans les laboratoires de chimie, se réduisent à deux principaux. L'un consiste à décomposer la dissolution de sulfure hidrogéné de barite, formé par le sulfate natif de cette base chauffé avec le charbon, à l'aide de l'acide muriatique. Le soufre se précipite ; on évapore ensuite la dissolution jusqu'à légère pellicule à la surface de la liqueur, et on la laisse refroidir lentement pour en obtenir les cristaux. Il arrive souvent qu'un peu de soufre, resté suspendu dans la liqueur ou déposé de l'hidrogène sulfuré pendant l'évaporation, s'interpose entre les lames cristallines de ce sel, et y forme des taches jaunes qu'on reconnaît aisément pour un corps étranger. Il suffit, pour le purifier, de le dissoudre dans l'eau, et de le faire cristalliser une seconde fois, après avoir fait bouillir sa dissolution, pour bien rassembler et bien séparer tout le soufre, et après l'avoir filtrée presque refroidie. Quelquefois aussi le sulfate de barite, contenant du fer, donne du muriate de ce métal en même temps que du muriate de barite. Pour avoir ce dernier pur, on en sépare le premier en calcinant le mélange dans un creuset, de sorte qu'il ne reste que de l'oxide de fer, qui n'est pas dissoluble dans l'eau, tandis que le muriate de barite, indécomposable, se dissout facilement dans ce liquide.

4. L'autre procédé est pratiqué sur le carbonate de barite natif ; il suffit de le dissoudre dans l'acide muriatique, et de faire évaporer la dissolution. Ce moyen n'est mis que rarement en usage en France, parce que le carbonate de barite n'y a point encore été trouvé, tandis que le sulfate de barite y est très-abondant. Si l'on trouve le premier de ces sels, sa dissolution immédiate dans l'acide muriatique sera bien préférable au procédé que l'on suit aujourd'hui.

D. *Action du calorique.*

5. Le muriate de barite est peu altérable au feu ; il décrépite, perd l'eau de sa cristallisation, se dessèche, se réduit en poussière et finit par se fondre ; mais il faut une très-haute température pour produire ce dernier effet. Le plus grand feu ne décompose point ce sel.

E. *Action de l'air.*

6. Il est parfaitement inaltérable à l'air ; il ne change ni dans sa transparence, ni dans sa dureté ; il n'attire point l'humidité de l'atmosphère, et s'y conserve avec toutes ses propriétés.

F. *Action de l'eau.*

7. Le muriate de barite est assez dissoluble. Cinq à six parties d'eau froide suffisent pour dissoudre une partie de ce sel. L'eau bouillante en dissout un peu davantage et en laisse se cristalliser une partie par le refroidissement. Il faut cependant évaporer assez la liqueur, et lui donner une consistance un peu forte, pour en obtenir une cristallisation.

G. *Décomposition ; proportion des principes.*

8. Ce sel est le moins décomposable de tous les muriates ; aucun corps combustible ne l'altère et n'en change la nature ; il ne sert pas même à en accélérer ni à en activer la combustion. Il n'y a que les acides sulfurique et nitrique qui puissent le décomposer ; le premier, ajouté à la dissolution du muriate de barite, en précipite abondamment du sulfate de barite, le plus lourd et le moins dissoluble de tous les sels. Cette précipitation est si sensible que de l'eau qui tient 0,0002 d'acide sulfurique donne un précipité très-visible par une goutte de dissolution de muriate de barite, que même 0,00009 de cet acide, dissous dans l'eau, fournissent, en quelques minutes,

un nuage très-évident par l'addition de ce sel. L'acide nitrique décompose aussi le muriate de barite et forme un précipité dans la dissolution concentrée de ce sel, parce que le nitrate de barite est moitié moins dissoluble que ne l'est le muriate.

9. Aucune base ne peut décomposer ce sel, parce que la barite est la substance qui a le plus d'attraction pour l'acide muriatique. On verra par la suite que les bases alcalines ne peuvent agir sur ce sel qu'autant qu'elles sont unies à quelque acide, même foible, qui attire de son côté la terre baritique.

10. Le muriate de barite décompose tous les sulfates dont les dissolutions donnent avec la sienne un précipité très-abondant de sulfate baritique. Ces précipitations sont si sensibles que la plus petite quantité de ces sulfates, dans des volumes immenses d'eau, forme un nuage très-apparent.

11. Le muriate de barite, qu'on peut analyser par la calcination réunie à la précipitation opérée par l'acide sulfurique, est composé, sur 100 parties

De barite. . . . . 60.
D'acide muriatique 24.
D'eau. . . . . 16.

H. *Usages.*

12. Le muriate de barite est un des réactifs les plus utiles et les plus certains qu'on puisse employer en chimie, pour reconnaître la présence et estimer la quantité d'acide sulfurique contenue dans des eaux ou des liqueurs quelconques, ainsi que des sulfates qui y sont dissous. Quand c'est de l'acide nitrique ou de l'acide muriatique qu'on essaye, il faut prendre garde que l'état concentré de ces acides et celui de la dissolution du sel ne fassent prendre le change, en opérant une précipitation de nitrate de barite d'une part, ou de muriate de barite de l'autre. On s'assure de ce fait en étendant les dissolutions, d'eau qui dissout le nitrate ou le muriate, et qui ne touche point au sulfate de barite.

Le muriate de barite a été d'abord proposé par Crawford, en Angleterre, comme un fondant très-actif dans les maladies scrophuleuses ; il est aujourd'hui employé en France avec un succès prononcé ; mais il faut qu'il soit bien pur et bien séparé de toute matière métallique. Comme d'ailleurs le carbonate de barite est un poison très-actif, il faut mettre la plus grande prudence dans l'administration médicale de ce sel.

ESPÈCE II. — *Muriate de potasse.*

A. *Synonymie ; histoire.*

1. Le muriate de potasse a d'abord été connu sous le nom de sel *fébrifuge de Sylvius*, parce que ce professeur de Leyde l'avait recommandé comme un spécifique dans les fièvres. On l'avait aussi nommé *sel digestif*, *sel marin régénéré* à une époque où on confondait sa base avec celle du sel marin ou la soude. Bergman le nommait *alcali végétal salé*. Il est bien connu depuis une cinquantaine d'années.

B. *Propriétés physiques ; histoire naturelle.*

2. Ce sel se cristallise en cubes réguliers ou en parallélipipèdes rectangles ; il a une saveur salée et amère, et se distingue bien par là du muriate de soude, qui, avec la même forme cristalline, a une saveur salée, franche et pure, sans mélange d'amertume.

3. On le trouve rarement parmi les fossiles ; on assure cependant qu'il existe dans quelques fondrières près de Beauvais, et dans quelques eaux minérales du département de la Seine-Inférieure et du Calvados. On le retire assez abondamment de la cendre d'un grand nombre de végétaux dans lesquels il paraît avoir été porté par les racines qui l'ont puisé dans

la terre. Il se présente aussi, quoique bien plus rarement, dans quelques liqueurs animales, et spécialement dans le lait.

C. *Préparation; purification.*

4. Quoiqu'on puisse l'obtenir en analysant les cendres végétales, comme il y est fort impur et fort mélangé, on le prépare le plus souvent de toutes pièces dans les laboratoires, en unissant directement l'acide muriatique avec la potasse, ou en décomposant les muriates déliquescens par la potasse. On fait évaporer jusqu'à pellicule sa dissolution, et en la laissant ensuite refroidir lentement, ou bien exposée à l'évaporation spontanée par le contact de l'air, on obtient le sel en cristaux réguliers et purs.

D. *Action du calorique.*

5. Le muriate de potasse, exposé au feu, décrépite, se brise, perd sa forme cristalline, se réduit en poussière et laisse dissiper à peu près 0,08 de son poids d'eau par cette calcination. Au moment où il commence à rougir il fond et coule; si on le chauffe d'avantage il se volatilise en fumée blanche, qui est le sel lui-même sans altération. Si on le fait refroidir subitement, quand il est bien fondu, il se fige et se gerce à sa surface en beaucoup de petites lames quarrées et parallélogrammatiques.

E. *Action de l'air.*

6. Lorsque l'air est humide ou pluvieux, il s'humecte et se prend en masse grumelée et solide, si l'air se dessèche ensuite. Il ne se fond cependant pas par ce procédé, et rend facilement à l'atmosphère sèche le peu d'eau qu'il lui a enlevée au moment où elle s'en précipitait.

F. *Action de l'air.*

7. Trois parties d'eau froide suffisent pour le dissoudre.

L'eau bouillante en dissout un peu d'avantage, mais si peu cependant qu'il n'est pas susceptible de se cristalliser par le seul refroidissement ; on ne l'obtient très régulier qu'en abandonnant à l'évaporation spontanée et lente de l'atmosphère une dissolution de ce sel saturée à froid, et en y suspendant des crins ou des cheveux, après avoir couvert de gaze ou de toile le vaisseau qui la contient.

G. *Décomposition ; proportion des principes.*

8. Le muriate de potasse n'a aucune action sur les corps combustibles. On observe que lorsqu'on le jette sur un brasier bien allumé il forme une flamme jaunâtre à sa surface ; on ne sait pas s'il lui arrive quelque changement intime par l'effet de cette haute température avec le charbon.

9. Les acides sulfurique et nitrique le décomposent ; le premier en dégage l'acide muriatique sous la forme gazeuse, et conséquemment avec effervescence ; l'acide nitrique, en séparant l'acide muriatique, se décompose en partie, et fait passer ce dernier à l'état d'acide muriatique oxigéné. Aussi avec une partie d'acide nitrique et deux parties de muriate de potasse faisait-on autrefois un très-bon dissolvant de l'or, dont il sera parlé à l'article de ce métal. Les acides phosphorique et boracique le décomposent à la température qui les vitrifie.

10. Parmi les bases, il n'y a que la barite qui puisse décomposer le muriate de potasse en mettant ce dernier principe à nu. Il paraît qu'à un grand feu la silice, ainsi que l'alumine, en séparent une petite portion de potasse.

11. Il décompose les nitrates terreux, et sur-tout le nitrate de chaux, de sorte qu'il peut servir avec avantage pour le traitement des eaux des salpêtriers et des eaux-mères du raffinage du nitrate de potasse.

12. En prenant le terme moyen des analyses de ce sel, faites par divers chimistes, et sur-tout par Bergman et

Kirwan, qui diffèrent très-peu dans leurs résultats, on a trouvé, que cent parties de muriate de potasse contenaient,

Potasse. . . . . 62.
Acide muriatique 30.
Eau . . . . . 8.

H. *Usages.*

13. Jusqu'ici, le muriate de potasse n'est point employé; il y a long-temps qu'on y a renoncé en médecine. Il peut être utile, comme je l'ai déja annoncé plus haut, pour le traitement des eaux mères du salpêtre, en changeant le nitrate de chaux en nitrate de potasse.

ESPÈCE III. — *Muriate de soude.*

A. *Synonymie; histoire.*

1. Le muriate de soude, combinaison saturée et neutre d'acide muriatique et de soude, est le premier de tous les sels connus, le plus anciennement nommé *sel.* C'ert lui qui a fait nommer ainsi toutes les matières salines qu'on lui a toujours comparées, à mesure qu'on les a découvertes. Il était aussi appelé *sel commun*, *sel de cuisine*, *sel marin*, quelquefois *sel gemme.*

2. Quoique les hommes jouissent de ce corps depuis l'antiquité la plus reculée, et qu'ils en aient toujours fait usage comme d'un assaisonnement indispensable, ce n'est réellement que depuis le tiers du dix-huitième siècle que les chimistes ont commencé à le bien connaître; c'est-à-dire, à l'analyser, à en déterminer les principes et la nature. Il a été le sujet d'une foule d'expériences utiles et de découvertes importantes, de sorte que ses propriétés ont été parfaitement développées.

B. *Propriétés physiques ; histoire naturelle.*

3. Le muriate de soude se cristallise en cubes parfaits ; il y a quelques variétés de cristaux qui offrent des cubes grouppés de diverses manières. Souvent les cubes, en se collant par leurs bords, donnent naissance à des espèces de trémies ou pyramides creuses, quarrées, présentant des degrés ou des échelons dans leur face creuse et dans leur face extérieure. Voici comment le citoyen Haüy décrit les formes variées de ce sel. La primitive, ainsi que la molécule intégrante, est le cube. Il y en a quatre variétés qu'on obtient suivant les diverses circonstances de la cristallisation ;

SAVOIR,

a. Le muriate de soude *primitif* ou cubique.

b. Le muriate de soude *cubo-octaèdre*, dont le cube est comme tronqué sur ses huit angles solides.

c. Le muriate de soude *octaèdre.* On ne l'obtient que rarement : tel est celui que donne l'urine humaine dans laquelle on a fait dissoudre du muriate de soude, et qu'on laisse spontanément évaporer au soleil. Je ferai voir ailleurs que cette modification de forme est due à une combinaison du sel avec une matière particulière à l'urine.

d. Le muriate de soude *infundibiliforme.* C'est celui qui présente des trémies formées par la juxtaposition des cubes le long de leurs bords.

4. Sa saveur est salée, pure et agréable. C'est de toutes les matières salines, quelque nombreuses qu'elles soient, la seule qui jouisse de cette saveur salée franche qui plaît à l'homme et aux animaux, et qu'ils recherchent comme un léger irritant, nécessaire, sans doute, à l'exercice des fonctions de leur corps, puisqu'ils ont pour lui un appétit bien prononcé.

5. C'est aussi de tous les corps salins un de ceux que la

nature a offerts le plus abondamment aux habitans du globe ; soit sous forme solide et déposé en couches plus ou moins considérables dans le sein de la terre, soit dissous dans les eaux de la mer, des sources et des fontaines salées, soit dans les humeurs des végétaux et des animaux.

6. Le muriate de soude naturel solide est ce qu'on a nommé *sel gemme*, parce qu'il est souvent transparent comme les pierres nommées *gemmes* ou *cristaux gemmes*. Ce sel offre beaucoup de modifications dans sa forme, sa couleur, son grain, sa saveur : on les a souvent distinguées comme des espèces, tandis que ce ne sont véritablement que des variétés. Le plus souvent il est blanc : on en trouve de gris, de jaune, de fauve, de rouge, de brun, de bleu et de noirâtre ; il y en a de très-dur ; d'autre au contraire est tendre et facile à broyer. Celui-ci est d'une saveur agréable ; celui-là est âcre et amer. Tel est cristallisé en cubes, déposé en couches lamelleuses, grouppé en grand à la manière des incrustations par couches concentriques comme des stalactites ; tel autre est en masses informes comme un rocher. Les variétés de couleur et de saveur dépendent de quelques corps étrangers, souvent métalliques, presque toujours du fer qui y est mêlé, quelquefois d'autres sels, et sur-tout des muriates terreux qui lui donnent de l'âcreté, de l'amertume et de la déliquescence. Les mines ou carrières de ce sel sont abondantes en Pologne, en Hongrie, en Russie, en Espagne, etc. ; on les exploite par des puits, des galeries et à l'aide de pics, etc. comme les mines ou carrières de houille, etc.

7. La portion de ce sel dissoute dans les eaux de la mer, des sources et des fontaines salées n'est pas plus pure que celui qui est déposé dans la terre. En général, il est rare qu'une eau salée naturellement en contienne plus de 0,04 de son poids. La saveur âcre et souvent amère de cette eau ne dépend pas tant du muriate de soude qu'elle contient, que des autres sels étrangers qui y sont mêlés, sur-tout des muriates terreux ou des sulfates de soude et de magnésie.

C. *Extraction ; purification.*

8. La nature fournissant abondamment le muriate de soude, on ne le fait jamais artificiellement. Celui qui est solide, ou le sel gemme, est simplement extrait de la terre, brisé en fragmens, et offert ainsi immédiatement aux besoins de l'homme et des animaux. Quant au sel dissous plus ou moins abondamment dans les eaux, on l'en sépare en général par une évaporation faite à l'aide de procédés différens, suivant la richesse de ces dissolutions, leur saturation respective, la température et le climat des lieux divers, et l'industrie de leurs habitans. La nature elle-même en a donné l'exemple à l'homme, en lui présentant à la surface des rochers, sur les bords de la mer, des croûtes de sel déposé par l'évaporation. Les peuples sauvages situés à peu de distance de la mer se contentent de prendre ainsi dans les creux des rochers celui qui s'y rassemble par les rayons du soleil et le contact de l'air.

9. On nomme *marais salans* des plages creusées sur le bord de la mer dans les pays méridionaux où l'eau salée, reçue par le mouvement du flux, est arrêtée, s'épaissit et fournit le sel qu'elle contient en s'évaporant spontanément. Cet art est pratiqué dans les départemens de l'Ouest de la République française, et sur-tout à Peyrac, Pécais, etc. L'eau de la mer, dans les grandes marées, arrive dans de vastes réservoirs généraux qu'on nomme *vasets*, où elle dépose les terres qu'elle entraîne par son mouvement, se purifie des détritus organiques par la fermentation qui s'y établit, et prend en même temps, par un commencement d'évaporation, un degré de salure un peu plus considérable que celui qu'elle avait. L'eau s'écoule ensuite par une légère pente dans d'autres réservoirs d'environ cinq mètres de largeur, qu'on nomme *aires*, et dont vingt forment ensemble une *livre*. Ces aires sont séparées par de petits murs de terre nommés *vettes*. Le sol de ces

seconds réservoirs doit être argileux pour retenir l'eau salée; elle y prend bientôt, par la chaleur du soleil et par le vent de nord-ouest, auquel on a soin d'exposer les aires convenablement disposées pour cela, un certain degré de concentration; elle y devient rougeâtre par le dépôt ferrugineux qui s'y forme et la substance animale marine qui s'y altère. Au moment où elle arrive à son point de saturation par le sel qu'elle contient, il se forme à sa surface une pellicule saline qu'on enlève avec des écumoirs percés, si l'on veut du sel blanc, ou qu'on brise pour la faire tomber au fond et faire continuer l'évaporation de l'eau qu'elle recouvrait. On ramasse avec des rables de bois, vers les bords des aires, le sel déposé que l'on fait égouter dans des papiers, et que l'on réunit ensuite en pyramides. Avant que l'eau soit entièrement desséchée dans les aires, on les remplit de nouvelle eau des vasets; par ce moyen, on obtient le sel plus pur et privé de beaucoup d'eau mère; on laisse, après plusieurs opérations, cette eau se perdre, quoiqu'on pût en tirer un grand parti pour préparer le muriate d'ammoniaque, comme je le dirai plus bas. Si le temps devient trop pluvieux, on fait couler les eaux des aires dans un réservoir souterrain, d'où on les tire de nouveau pour les remettre dans les aires à l'aide de pompes et de cheneaux de bois lorsque l'atmosphère est devenue sèche. On recouvre de chaume ou de fagots de bois les tas ou pyramides de sels, élevées sur le sol à quelque distance des marais salans; quelquefois on brûle ces fagots, et il se forme ainsi une croûte de sel fondu qui, par sa dureté et sa surface lisse inclinée, défend toute la masse de l'action des eaux pluviales. On ramasse celles-ci, qui dissolvent du sel dans une fosse creusée autour des pyramides. Le sel des marais salans est fort impur; il contient du sable, de l'argile, de la craie, du sulfate de chaux, de l'oxide de fer, du muriate de chaux, etc.

10. Dans les départemens de la République française où la température et le climat ne permettent pas d'établir des

marais salans, et spécialement sur les côtes des ci-devant provinces de Bretagne et de Normandie, on pratique une autre méthode ingénieuse. On fait couler l'eau sur de vastes terreins glaisés, recouverts de quelques centimètres de sable fin qui favorise l'évaporation de l'eau par la division qu'il lui fait prendre entre ses molécules ; de sorte qu'au bout de quelque temps on a un mélange de sable et de sel. On ramasse ce mélange en petits tas pour le dessécher ; on le lave avec de l'eau de mer, qui prend tout le sel, et se concentre assez par là pour pouvoir être évaporée avec avantage. On la fait cuire ou évaporer ensuite dans de grandes chaudières de plomb, à l'aide de matières combustibles ; on agite la liqueur à mesure que le sel se dépose, afin d'empêcher qu'il ne s'attache au fond des chaudières ; on le retire et on le fait égouter. On a, par ce procédé, du sel blanc qui paraît plus pur que celui des marais salans, mais qui contient du muriate de chaux. On nomme ce procédé *méthode par le bouillon.*

11. Dans les pays septentrionaux, dont la température est souvent au-dessous de la glace, on suit une méthode opposée à celles qu'on vient d'indiquer. On enlève par la congélation l'eau surabondante à la dissolution du sel ; on enrichit l'eau de la mer en en séparant de l'eau douce par la gelée. En recevant l'eau marine sur un vaste terrain argileux, sa surface se congèle ; on en brise et on enlève la glace ; il s'en reforme une seconde croûte qu'on enlève encore, et on continue ainsi jusqu'à ce qu'il ne reste plus que de l'eau saturée de sel. On traite celle-ci par l'évaporation artificielle, comme dans la méthode par le bouillon. On sait que les navigateurs tirent parti de cette propriété gelable de l'eau de la mer d'une manière inverse, et que lorsque, dans des voyages de long cours, ils manquent d'eau douce, ils s'en procurent dans les mers du nord et près des pôles, au moyen des glaçons polaires.

12. Les départemens de l'est de la France, ceux de la

Meurthe, du Jura, du Mont-Blanc offrent des sources salées dont l'industrie nationale a su tirer un grand parti, et qu'on exploite par plusieurs procédés différens entre eux, mais dont le résultat est le même. Après en avoir rassemblé l'eau dans des puits construits en maçonnerie, ou doublés de planches et d'argile, on l'enlève à l'aide de pompes ou de diverses machines hidrauliques. Leur salure étant variée depuis un ou deux degrés de l'aréomètre jusqu'à quinze ou seize, et celle des premières étant trop peu riche pour qu'on puisse les évaporer avec profit, on a recours au procédé ingénieux de la *graduation*. C'est une opération par laquelle on multiplie singulièrement le contact de l'eau avec l'air en la divisant et en l'agitant, pour la faire évaporer et y augmenter la preportion du sel. On nomme *bâtimens de graduation* des angars couverts sous lesquels on met, on arrange sur des planches une grande quantité de fagots de bois d'épine. L'eau, élevée au haut de ces bâtimens par des pompes, tombe plusieurs fois de suite sur les fagots par lesquels elle est dispersée; et, frappée par l'air dans un grand nombre de points à la fois, elle s'évapore très-vîte. On continue à l'évaporer ainsi jusqu'à ce qu'elle donne seize à dix-sept degrés à l'aréomètre, ou qu'elle soit graduée; alors on la porte dans de grandes chaudières de tôle établies sur des fourneaux, soutenues par des crochets de fer qui partent de leur fond, et reposent sur des pièces de bois portées par les bords de ces vaisseaux. L'eau passe d'abord dans la chaudière du fond, nommée *poêlon*, où elle s'échauffe et commence à s'évaporer; ensuite dans la poêle proprement dite, dont elle ne refroidit point l'évaporation en pleine activité, et dans laquelle on ne la fait arriver qu'à proportion de celle qui s'y évapore; l'eau salée commence à déposer du sulfate de chaux dont elle contient encore une portion, outre celle qui s'est rassemblée sur les bois des fagots pendant sa graduation. On sépare ce sel peu soluble, qu'on nomme *schlot*, dans des angelots de bois placés sur

les bords de la chaudière. Le *schlotage* continue ainsi jusqu'à ce qu'il se forme, à la surface de la liqueur, de petits cristaux qu'on nomme *pieds de mouche*, et qui se présentent quand l'eau acquiert vingt-huit ou vingt-neuf degrés à l'aréomètre. A cette époque, on retire les augelots; on enlève tout le schlot ou sulfate de chaux qui se trouve au fond de la poêle; on rable ensuite ce même fond pour ramener le sel vers les angles, et empêcher qu'il ne s'attache, ne nuise à l'évaporation et n'altère la chaudière. On enlève le sel dans des vases de bois; on le porte au séchoir placé derrière le fourneau, et de là au magasin. Quelque soin qu'on mette à rabler la poêle, il s'y attache toujours du sel en croûte, qui augmente à chaque opération ou *salinage*. On a coutume de le détacher à coup de ciseau après sept à huit cuites: cet *écaillage* de la chaudière la dégrade beaucoup; et le cit. Nicolas, de Nancy, qui a décrit avec beaucoup de clarté les travaux des salines, et qui y a porté les lumières d'un chimiste éclairé, a proposé avec raison de faire les huitièmes cuites avec de l'eau faible: par là, on dissoudra les croûtes salées, et on évitera l'écaillage.

Chaque cuite dure de dix-huit à vingt-quatre heures, suivant que l'eau donne de quinze à vingt-un degrés. Chaque chaudière de huit mètres sur sept donne environ trois cent cinquante myriagrammes de sel. Le schlot, formé de muriate de soude, de sulfate de soude et de sulfate de chaux, est traité par le lavage à l'eau froide, qu'on évapore pour en séparer le premier sel par la chaleur, et le second par le refroidissement. Celui-ci, troublé dans sa cristallisation par la forte évaporation, se cristallise en petits prismes très-fins, et forme ce qu'on nomme improprement *sel d'Epsom de Lorraine*.

L'eau-mère qui sort des poêles où l'on n'évapore point à siccité est connue sous le nom de *mure*, d'où on pourrait tirer le sulfate de soude.

Le cit. Nicolas propose encore de passer au bâtiment de graduation l'eau de quinze à seize degrés, qu'on a coutume de faire

sur-le-champ évaporer à chaud, et de la graduer jusqu'à vingt-un degrés pour épargner un quart du combustible, et pour en séparer une portion du *schlot* qui gêne le salinage.

Dans quelques salines, on a coutume de passer dans des bâtimens de graduation à cordes les eaux bouillantes portées à vingt-neuf degrés ou au commencement du salinage. Par ce procédé ingénieux et économique, on obtient un enduit épais et brillant de beau sel pur qu'on détache de dessus les cordes à l'aide d'un instrument.

On prépare dans le Jura, etc. deux espèces de sel; l'un nommé *à gros grain*, et l'autre à *menu grain*. Le premier, obtenu par une évaporation plus lente et sans ébullition, est plus cher et plus pur; il contient moins de sels déliquescens; il est très-utile dans plusieurs cas. Le sel à petits grains se forme par l'ébullition; il est plus impur que le premier.

13. Quelque bien préparées que soient certaines espèces de muriate de soude, elles sont fort loin d'être assez pures pour les expériences de chimie. Comme ce sont sur-tout les muriates déliquescens qui l'altèrent, on les décompose à l'aide de la soude. Pour cela, on dissout le sel qu'on veut purifier dans quatre parties d'eau froide; on filtre la dissolution pour la séparer des matières étrangères, sable, argile, fer, qui salissaient le sel; on y verse quelques gouttes de dissolution de soude, jusqu'à ce que les dernières ne produisent plus de précipité; alors on évapore la liqueur, et on extrait le sel qui se forme en petits cubes à la surface; ou bien on l'expose à l'air et à l'évaporation spontanée, si on veut l'obtenir en beaux cristaux.

D. *Action du calorique.*

14. Le muriate de soude, exposé à une chaleur brusque, décrépite, se brise en éclats et avec bruit, et perd ainsi l'eau de sa cristallisation. En continuant l'action du feu, il se fond et se réduit, lorsqu'il est rouge, en fumée blanche dans

l'air. Si l'on recueille cette vapeur sur des corps froids, on lui trouve toutes les propriétés du muriate de soude ; ce qui prouve que ce sel n'a perdu que de l'eau, et n'a point été altéré dans sa nature intime par l'action du calorique, qui volatilise ensemble et sans les séparer ses deux matériaux constituans.

E. *Action de l'air.*

15. Il n'éprouve aucune véritable altération de la part de l'air. Seulement lorsque celui-ci est très-humide, une portion de son eau s'attache à la surface du muriate de soude et l'humecte légèrement : mais il la perd quand l'air redevient sec et desséchant. Ainsi le sel commun, qui attire fortement l'eau de l'atmosphère, et qui finit par se fondre, ne doit cette déliquescence qu'aux muriates terreux qu'il contient. Celui même qui se cristallise spontanément et très-lentement dans les eaux qui contiennent en même temps ces différens sels, retient entre ses lames une portion de ces sels déliquescens, puisqu'il perd à l'air sa forme et sa solidité en s'y fondant peu à peu.

F. *Action de l'eau.*

16. La dissolubilité du muriate de soude dans l'eau est très-grande. Suivant M. Kirwan, il ne faut que 2,5 d'eau pour dissoudre 1 de sel ; et suivant Bergman, il en faut près de 3, ou 2,82. On ne le trouve pas sensiblement plus dissoluble à chaud qu'à froid : aussi ne se cristallise-t-il pas par le refroidissement, mais seulement par l'évaporation, soit rapide, et alors il est en très-petits cubes ; soit lente et par le seul contact de l'air, et dans ce cas il donne des cubes plus ou moins gros, isolés et parfaitement réguliers. Comme ce sel se dissout très-promptement, il absorbe beaucoup de calorique en prenant la forme liquide, et il y a un très-prompt refroidissement. C'est pour cela qu'on l'emploie souvent pour produire du froid artificiel.

G. *Décomposition; proportion de ses principes.*

17. Les chimistes sont tous d'accord pour dire que le muriate de soude est inaltérable par les corps combustibles; et cependant on croit dans beaucoup d'arts qu'il est très-propre à augmenter l'intensité de la combustion. Cela ne paraît dépendre que de la haute température qu'il prend facilement, et de la forte chaleur qu'il porte alors sur tous les corps qu'il touche; il modifie aussi la flamme des corps combustibles dans lesquels il se trouve disséminé; il lui donne une nuance jaune, mais sans se décomposer, au moins d'une manière appréciable.

18. Il y a quelques oxides métalliques qui paroissent susceptibles d'en opérer la décomposition, d'en absorber l'acide et d'en séparer la soude. On a sur-tout reconnu cette propriété dans ceux de plomb et de fer; et comme c'est un procédé très-avantageux et très-important pour les arts que celui qui peut faire obtenir la soude du sel marin à nud, on a beaucoup cherché si ces oxides ne pourraient point en fournir un de cette nature. Cet objet devant être traité dans les articles consacrés au plomb et au fer, on se contentera de faire remarquer ici que cette décomposition n'a lieu que par une proportion, d'oxide de plomb sur-tout, bien supérieure à la quantité nécessaire pour saturer l'acide muriatique, et qu'elle n'est due qu'à l'attraction du muriate de plomb pour l'oxide de ce métal et à la formation d'un muriate avec excès d'oxide de plomb.

19. Plusieurs acides opèrent complétement et plus ou moins facilement la décomposition du muriate de soude. Le nitrique se change en nitreux, et fait passer l'acide muriatique à l'état oxigéné à mesure qu'il se dégage. Le phosphorique et le boracique ne le changent point à froid, et le décomposent à chaud, à l'aide de la double attraction de ces acides pour la soude, et du calorique pour l'acide muriatique.

20. L'acide sulfurique décompose le mieux et le plus faci-

lement le muriate de soude. C'est cette opération que l'on fait ordinairement dans les laboratoires de chimie pour obtenir l'acide muriatique bien pur, et que l'on pratique aussi le plus souvent en grand lorsqu'on veut obtenir la soude du sel marin. Pour le premier cas, on met dans un ballon ou matras de verre épais cent parties de ce sel décrépité ; on y adapte des tubes, dont l'un, doublement recourbé en syphon, est destiné à verser l'acide sulfurique, et l'autre plonge dans un petit flacon de Woulfe. De celui-ci, un second tube est destiné à conduire le gaz acide muriatique dans un second flacon beaucoup plus grand, contenant une quantité d'eau égale à celle du muriate de soude mis en décomposition. L'acide sulfurique concentré, employé à la dose de soixante-quinze parties, dégage l'acide muriatique avec une vive effervescence, et en gaz très-élastique, qui va se condenser dans l'eau de la seconde bouteille, tandis que celle de la première arrête l'acide sulfurique qui se volatilise avec le gaz. Lorsque l'effervescence spontanée est calmée, on chauffe le ballon placé sur un bain de sable pour continuer à faire dégager l'acide muriatique, et on a soin de donner le feu très-lentement. L'eau, en se chargeant du gaz acide muriatique, s'en sature, jusqu'à devenir fumante, comme on l'a dit dans l'histoire de cet acide. Ce qui reste dans le matras après la décomposition, est du sulfate de soude avec un grand excès d'acide sulfurique ; c'est en examinant ce résidu que Glauber a découvert le sulfate de soude qui a porté long-temps son nom. Lorsqu'on veut l'avoir pur, il faut saturer l'acide excédent avec de la craie, séparer sa dissolution du sulfate de chaux qui reste au fond, et la faire évaporer pour obtenir le sulfate de soude en cristaux.

21. Dans quelques manufactures où l'on a pour but d'extraire la soude du sel marin, on le décompose d'abord par l'acide sulfurique dans des espèces de fourneaux doublés en plomb, en conduisant l'acide muriatique dégagé par des tuyaux dans

une chambre de plomb, où on le combine avec l'ammoniaque. La matière résidue de cette décomposition ou le sulfate de soude qui en provient est fortement calciné dans un second fourneau de réverbère pour lui faire perdre le reste d'acide sulfurique qu'elle contient ; ensuite on le mêle avec autant de craie et un peu plus que la moitié de son poids de charbon en poudre ; on le chauffe fortement au feu du réverbère, et on l'agite, quand il est en fonte pâteuse, pour favoriser le dégagement du gaz et du soufre. La masse, en refroidissant, devient solide et noirâtre. Le carbone, en décomposant l'acide sulfurique du sulfate de soude, met à nu le soufre qui s'unit à la chaux du carbonate de chaux, et qui se volatilise en partie ; tandis qu'une portion de l'acide carbonique se combine avec la soude ; de sorte que le produit est un mélange de carbonate de soude, de craie et de charbon analogue à la soude du commerce. On en retire à peu près 0,58 de soude brute.

Dans d'autres manufactures, on substitue des rognures de fer blanc ou de la feraille ; mais la soude qui en provient contient du sulfure de fer, et ne peut pas servir aux mêmes usages que la première. Dans quelques ateliers on emploie, pour décomposer le sel marin, le sulfate de fer et le charbon, le sulfure de fer ou la pyrite martiale, les tourbes pyriteuses, etc.

22. Le muriate de soude est décomposé par la barite et par la potasse qui ont plus d'attraction avec l'acide muriatique que la soude. On peut tirer parti de l'une de ces bases, la potasse, pour extraire la soude de ce sel, sur-tout lorsque l'on peut employer le muriate de potasse qui en provient, comme dans les ateliers de salpêtre.

23. Ce sel décompose peu de sulfates, et seulement quelques nitrates terreux. Chauffé avec le sulfate d'ammoniaque, il se sublime du muriate ammoniacal, et il reste au fond de l'appareil du sulfate de soude. Ce procédé sert dans quelques

manufactures à la préparation du sel ammoniac. On décompose le sulfate de chaux natif avec le carbonate d'ammoniaque obtenu des substances animales distillées; et l'on traite par la sublimation, dans des vaisseaux appropriés, le sulfite ammoniacal qui provient de cette décomposition avec le muriate de soude, après les avoir laissés auparavant en contact l'un avec l'autre pendant quelque temps.

24. Le muriate de soude a, en général, la propriété d'enlever l'eau à beaucoup de dissolutions salines, excepté à celles des sels déliquescens, et de les précipiter en dégageant une certaine quantité de calorique. Il y a quelques sels, tels que le nitrate de potasse, qu'il rend plus solubles dans l'eau qu'ils n'étaient. Ainsi une dissolution déja saturée de nitre, lorsqu'on y ajoute du muriate de soude, devient capable de dissoudre une nouvelle quantité du premier de ces sels.

25. Deux chimistes justement célèbres, Bergman et M. Kirwan, ont donné, d'après leur analyse, des résultats très-différens l'un de l'autre sur les proportions des principes du muriate de soude. Bergman dit que ce sel contient sur cent parties:

Soude . . . . . 42.
Acide muriatique 52.
Eau . . . . . 6.

Kirvan assure que cent parties de muriate de soude contiennent:

Soude . . . . . 50.
Acide muriatique 33.
Eau . . . . . 17.

S'il était permis de regarder le terme moyen de ces propriétés comme le plus rapproché de la vérité, on aurait, d'après ces résultats, les proportions suivantes:

Soude . . . . . 46.
Acide muriatique 42,5.
Eau . . . . . 11,5.

H. *Usages.*

26. Aucune substance saline n'a de plus fréquens et de plus importans usages que le muriate de soude; c'est l'assaisonnement le plus naturel des alimens pour les animaux; il devient souvent un remède pour leurs maladies. Il conserve les matières animales, et les défend de la putréfaction; il détermine la vitrification des surfaces des poteries communes, et leur forme une couverte à la haute température des fours; il sert à garantir les métaux de l'oxidation par le contact de l'air dans leur fusion; il entre dans une foule de mordans employés pour les substances métalliques; il constitue même, comme on le verra par la suite, une espèce de départ; il contribue à la formation de certaines couleurs, à la décomposition de certains alliages; il est d'une grande utilité dans le hongroyage des cuirs. En chimie, on en retire l'acide muriatique; il sert à la préparation de l'acide muriatique oxigéné; on en sépare la soude dont il devient ainsi une des sources les plus abondantes. Enfin il est si utile et si usité dans une foule d'arts et de manufactures, qu'il serait impossible ou superflu de faire ici l'énumération de ses principales propriétés usuelles. On aura d'ailleurs beaucoup d'occasions d'en parler dans les articles suivans.

ESPÈCE IV. — *Muriate de strontiane.*

A. *Synonymie; histoire.*

1. Le muriate de strontiane n'est connu que depuis quelques années, et il ne pouvait pas avoir de synonymes dans la science. On l'a d'abord confondu avec le muriate de barite. C'est M. Klaproth qui l'en a distingué. M. Hope, Pelletier et le cit. Vauquelin l'ont examiné avec beaucoup de soin depuis

M. Klaproth ; et on connaît assez bien les propriétés de ce nouveau sel par les travaux successifs de ces chimistes.

B. *Propriétés physiques ; histoire naturelle.*

2. Ce sel se cristallise en prismes si fins et si alongés, qu'il est le plus souvent très-difficile d'en déterminer la forme. Cependant les cristaux de muriate de strontiane ont été décrits par le citoyen Haüy comme des prismes hexaèdres réguliers, dont il n'a pas pu déterminer les sommets engagés : leur division mécanique a lieu, suivant lui, parallèlement aux pans du prisme. Sa saveur est piquante et fraîche, mais sans être austère comme celle du muriate de barite, ni amère comme celle du muriate de chaux. On ne l'a point trouvé dans la nature.

C. *Préparation.*

3. On le prépare, en décomposant le sulfure hidrogéné de strontiane par l'acide muriatique, ou en dissolvant dans cet acide le carbonate natif de cet alcali. On le fait cristalliser.

D. *Action du calorique.*

4. Chauffé, il se fond, perd son eau de cristallisation sans se décomposer, et reste sous la forme d'un émail demi-transparent. Il perd ainsi 0,40 de son poids, et devient susceptible d'absorber avec avidité et de solidifier une quantité d'eau égale à celle qui s'en est séparée.

E. *Action de l'air.*

5. Le muriate de strontiane n'est point altérable par le contact de l'air.

F. *Action de l'eau.*

6. Il est si dissoluble dans l'eau, que cent parties de ce sel cristallisé n'en demandent que soixante-quinze de ce liquide pour se dissoudre à la température de douze degrés ; il se

produit beaucoup de froid pendant cette dissolution. La liqueur qui en résulte est dense, visqueuse, épaisse, ne donne que difficilement des cristaux gras et comme poisseux, qu'on ne peut dessécher qu'en les passant plusieurs fois entre des feuilles de papier joseph. On en sépare l'eau-mère en le dissolvant dans l'alcool bouillant, qui en laisse déposer par le refroidissement les 0,83 de la portion qu'il a dissoute. Les 0,17 qui restent dans l'alcool froid donnent à la flamme de cette liqueur une couleur pourpre éclatante qui fait un des caractères les plus remarquables de ce sel.

G. *Décomposition; proportion des principes.*

7. Les acides sulfurique, nitrique et phosphorique décomposent le muriate de strontiane. Le premier et le troisième de ces acides forment dans sa dissolution des précipités de sulfate et de phosphate de strontiane; le second n'y produit un effet sensible que lorsqu'il est très-concentré.

8. La barite, la potasse et la soude sont les trois seules bases qui séparent et précipitent la strontiane de l'acide muriatique, avec lequel elles ont une attraction élective plus forte que celle de cet alcali.

9 Le citoyen Vauquelin a trouvé dans cent parties de muriate de strontiane les proportions suivantes :

Strontiane	36,4.
Acide muriatique	23,6.
Eau	40.

H. *Usages.*

10. Ce sel est trop nouvellement connu, pour qu'il ait encore été employé; il deviendra quelque jour un réactif utile. On peut même penser qu'il servira dans quelques arts, et en particulier dans celui de l'artificier pour faire des feux rouges. La grande quantité de sulfate de strontiane qui vient d'être trouvée en France dans le département de la Meurthe,

et à Montmartre près Paris, fait espérer qu'on rendra promptement ses différentes combinaisons avantageuses à la science et aux arts.

ESPÈCE V. — *Muriate de chaux.*

A. *Synonymie; histoire.*

1. Le muriate de chaux a été nommé *sel marin calcaire*, *sel marin à base de terre absorbante*, *sel marin à base terreuse ou terreux*, *sel ammoniac fixe*, *huile de chaux*, *phosphore de Homberg*, *chaux salée*, *muyre*. Il y a long temps que les chimistes l'ont distingué. Leroi, médecin, l'a trouvé dans plusieurs eaux minérales purgatives, et a soupçonné qu'il était la source de leurs vertus. J'en ai ensuite fait l'objet d'un travail assez étendu; et depuis quinze ans que j'ai fait connaître ce travail, il ne reste plus rien d'obscur dans son histoire et dans ses propriétés.

2. Les différens noms qu'il a reçus lui ont été donnés en raison des découvertes successives dont il a été le sujet. Celui de *muyre* est le nom de l'eau-mère retirée après l'extraction du sel des eaux salées; les mots *huile de chaux*, et *sel ammoniac fixe*, viennent de ce qu'il reste après la décomposition du sel ammoniac par la chaux, et de ce qu'il prend avec un peu d'eau la consistance d'une huile. Homberg lui a imposé la dénomination de phosphore, lorsqu'il a trouvé qu'il était phosphorique par la calcination. Les autres noms sont systématiques et tiennent aux divers genres de langage que la chimie a possédés avant la nomenclature méthodique.

B. *Propriétés physiques; histoire naturelle.*

3. Le muriate de chaux se cristallise en prismes à six pans, lisses et égaux, terminés par des pyramides hexaèdres. Souvent ces prismes sont si fins et grouppés en si grande quantité les uns

sur les autres qu'on ne peut les désigner que par le nom d'aiguilles. Sa saveur est âcre, piquante, amère et très-désagréable.

4. On le trouve très-souvent, quoique toujours en petite quantité, dans la nature. Il est dissous dans les eaux en même temps que le muriate de soude ; il existe dans la mer, les eaux minérales salées, les lessives de matières salpêtrées, et sur-tout les eaux-mères des saliniers dont il fait la plus grande partie. On le rencontre aussi dans les eaux des puits de Paris ; il est cristallisé avec le muriate de soude dans le sel gemme qu'il rend déliquescent.

C. *Préparation ; purification.*

5. Quoique très-fréquent dans la nature, il n'y est ni assez abondant ni assez pur, pour qu'on puisse se le procurer ainsi. On le prépare ou on le fabrique de toutes pièces, en dissolvant dans de l'acide muriatique du carbonate de chaux, matière très-commune et qu'on se procure facilement, en évaporant la dissolution et en faisant cristalliser. Celui qui reste après la décomposition du muriate d'ammoniaque n'est pas aussi pur, comme on le dira plus bas.

D *Action du calorique.*

6. Quand on expose au feu le muriate de chaux, il se ramollit, se fond, se gonfle, perd l'eau qu'il retient entre ses molécules, et à une très-haute température, une petite portion seulement de son acide. Alors il est avec excès de chaux, il prend la propriété de luire dans l'obscurité ; c'est pour cela qu'il a été nommé phosphore de Homberg. On ne peut jamais le décomposer complétement par cette opération.

E. *Action de l'air.*

7. Le muriate calcaire attire l'humidité de l'air avec une grande promptitude et une grande énergie. C'est un des sels

les plus déliquescens que l'on connaisse ; il se résout tout à fait en liqueur.

F. *Action de l'eau.*

8. Il est si dissoluble que l'eau paraît en prendre près du double de son poids ; il est vrai qu'on ne peut pas regarder cet état comme une véritable dissolution, parce que cette liqueur est épaisse et visqueuse ; aussi est-elle susceptible d'attirer l'humidité de l'air et de s'unir encore avec de nouvelle eau en dégageant du calorique. Rien n'est plus difficile à faire cristalliser que le muriate de chaux. Si sa dissolution est trop dense, elle ne donne point de prismes réguliers ; souvent, quoique ne se cristallisant pas par le refroidissement et le repos, elle est cependant si disposée à acquérir la forme solide, que le moindre ébranlement de ses molécules, la moindre agitation, suffisent pour la faire prendre en une masse concrète, dure comme une pierre. Quand ce phénomène arrive, il se dégage une si grande quantité de calorique que le vase où il se passe devient tout-à-coup brûlant ; quelquefois dans les laboratoires on s'est vu forcé de le laisser tomber. Il ne faut donc pas, quand on veut faire cristalliser ce sel en prismes réguliers, trop rapprocher sa dissolution, mais la porter seulement à un leger état sirupeux.

G. *Décomposition, proportions des principes.*

9. Plusieurs acides ont une action très-marquée sur le muriate de chaux ; l'acide phosphorique le décompose en partie ou jusqu'à ce qu'il ait formé du phosphate acide de chaux, par la voie humide, et complétement par la voie sèche. L'acide sulfurique concentré, versé sur une dissolution épaisse de ce sel, en dégage l'acide muriatique avec bruit et chaleur, et forme du sulfate de chaux qui se précipite si abondamment que la liqueur devient presqu'entièrement solide. L'acide nitrique, en dégageant l'acide muriatique, le change en acide muriatique

oxigéné. L'acide fluorique en décompose une petite partie. L'acide boracique en chasse l'acide à une haute température.

10. La barite, la potasse, la soude et la strontiane séparent la chaux du muriate calcaire, et la précipitent de sa dissolution concentrée. La silice et l'alumine en dégagent l'acide par l'action du calorique. Quand la potasse ou la barite agissent sur une dissolution très-saturée de muriate calcaire, la chaux s'en dépose si abondamment que la liqueur devient épaisse et qu'il y a ce qu'on nommait autrefois *miracle chimique*. Du reste, ce phénomène de deux liquides qui forment un solide par leur mélange est très-multiplié aujourd'hui dans les laboratoires de chimie, et il n'a rien qui puisse étonner ceux qui entendent bien la théorie de la science.

11. Tous les sulfates, à l'exception de celui de chaux, sont décomposés par le muriate calcaire, à l'aide des attractions électives doubles; il se forme du sulfate de chaux qui se précipite constamment des dissolutions de ces sels mêlés entre elles, et il reste dans la liqueur surnageante des muriates solubles, dont les bases diffèrent suivant les espèces de sulfates qu'on a décomposées.

12. Il n'a aucune action connue sur les nitrates, et n'agit sur les dissolutions de quelques-uns qu'autant que la sienne est concentrée et très-avide de leur enlever de l'eau. On peut employer la dissolution épaisse, et même le muriate calcaire solide, ainsi que les déliquescens, pour déterminer la cristallisation des sels beaucoup moins dissolubles qu'eux.

13. D'après l'analyse du muriate de chaux, faite par Bergman, cent parties de ce sel contiennent :

Chaux. . . . . 44.
Acide muriatique. . . 31.
Eau. . . . . 25.

H. *Usages.*

14. On n'a encore préparé le muriate calcaire que pour les

expériences de chimie. Il est spécialement employé pour produire du froid par son mélange avec de la neige. C'est de tous les sels celui qui le refroidit le plus. On s'en sert ainsi pour faire geler le mercure. Je l'ai proposé en 1782 comme un fondant très-actif dans les engorgemens lymphatiques, et sur-tout dans les affections scrophuleuses. De nombreuses observations ont confirmé ma première assertion et mes premières vues sur ce remède.

ESPÈCE VI. — *Muriate d'ammoniaque.*

A. *Synonymie ; histoire.*

1. Le muriate d'ammoniaque, ou l'union saturée d'acide muriatique et d'ammoniaque, portait avant la nomenclature méthodique, et depuis un temps immémorial, le nom de *sel ammoniac*. Par corruption et dans un temps où la langue française était altérée, on l'appelait *sel armoniac*. Avant l'établissement de la nouvelle nomenclature, et quelque système de dénomination qu'on eut adopté, on n'avait point changé le nom de *sel ammoniac* qui était généralement adopté et traduit dans tous les idiômes.

2. Le mot de sel ammoniac avait pour étymologie celui d'*Ammonie*, contrée de la Lybie, ainsi désignée du sable très-abondant qui la couvre, d'après le mot αμμος des grecs. C'est de là aussi qu'était tiré le nom de Jupiter Ammon, auquel on avait élevé un temple dans ce pays sablonneux. On croyait autrefois que le sable contribuait à la formation de ce sel, parce qu'on savait vaguement que c'était dans le sable que se trouvaient déposés les matériaux d'où on le tirait. Les Grecs et les Romains connaissaient ce sel et l'employaient dans plusieurs arts.

3. Quoique le muriate d'ammoniaque ait été fort usité en médecine, et sur-tout dans quelques arts, depuis un grand

nombre de siècles, ce n'est qu'au commencement du dix-huitième siècle qu'on a eu des notions exactes sur sa nature, sa composition et sa préparation. Geoffroi, le médecin, auteur de la matière médicale et de la belle idée de la table des rapports ou attractions chimiques, est le premier qui a découvert les matériaux de ce sel et deviné les procédés employés pour sa préparation. Duhamel s'est ensuite occupé de l'analyse du muriate d'ammoniaque par la chaux et la craie. Black a beaucoup étendu nos connaissances sur la décomposition de ce sel; et, depuis près de quarante ans, son histoire est devenue très-claire et très-exacte. Les chimistes qui ont les derniers examiné sa nature, Bergman, Schéele, le cit. Berthollet et moi, etc., n'ont fait qu'ajouter plus de précision aux connaissances acquises avant eux, soit pour estimer l'action des différens corps sur ce sel, soit pour déterminer les proportions de ses principes constituans.

B. *Propriétés physiques; histoire naturelle.*

4. Le muriate d'ammoniaque bien pur se présente le plus souvent sous la forme de longues pyramides à quatre faces. Romé-Delisle pensait que sa forme primitive était l'octaèdre. Souvent ses prismes fins et aiguillés se grouppent de manière à représenter des barbes de plume ou des feuilles de fougères. Quelquefois on le trouve en cubes ou en lames à surfaces parallélogrammatiques. Le citoyen Haüy a trouvé, comme Romé-Delisle, que sa forme primitive était l'octaèdre régulier, et celle de sa molécule intégrante le tétraèdre régulier. Pelletier a obtenu le muriate d'ammoniaque primitif, ou sous la forme d'octaèdre.

5. Sa saveur est piquante, fraîche, âcre, amère, ammoniacale. On le reconnaît très-aisément à ce caractère qu'on ne peut cependant définir qu'inexactement. Il est élastique, compressible et comme ductile. Il saute sous le pilon, obéit à la pression du doigt, et peut se tasser sous un plus petit volume :

on a de la peine à le réduire en poudre. Sa pesanteur spécifique est de 1,42.

6. On trouve souvent le muriate d'ammoniaque dans la nature; il existe aux environs des volcans, sublimé en différentes couleurs et dans différens mélanges; il est souvent gris, noirâtre, rouge, bleu ou vert. On le rencontre encore dissous dans les eaux de quelques lacs de Toscane. On l'a trouvé dans les montagnes de la Tartarie, dans le Thibet, dans les grottes des environs de Pouzzole. Quelques chimistes l'admettent dans plusieurs sucs ou matériaux végétaux. Il est contenu dans quelques substances animales, sur-tout après qu'elles ont subi la putréfaction, et on peut même l'en retirer alors avec avantage.

C. *Extraction; préparation; purification.*

7. Quelque fréquent que soit le muriate d'ammoniaque dans la nature, on ne le trouve ni assez abondant ni assez pur pour qu'il n'ait pas besoin de préparation et de purification. On ne se sert point de celui qui se sublime dans les cratères des volcans, parce qu'il est mêlé d'arsenic, de soufre, etc. On l'extrait des matières animales par l'action du feu. Ce n'est que depuis l'année 1719, par une lettre de Lemère, consul au Caire, adressée à l'Académie des Sciences de Paris, qu'on connaît le procédé de sa préparation, pratiqué depuis long temps en Egypte. On ramasse dans le pays les excrémens des chameaux, des bœufs, et des animaux en général qui mangent des plantes salées, chez lesquels l'usage du muriate de soude contribue à la formation du muriate d'ammoniaque qu'on en retire; on fait sécher ces excrémens en les appliquant à la surface des murs, et on les brûle dans les foyers, à défaut d'autres matières combustibles. C'est de la suie provenant de ces matières brûlées qu'on extrait le muriate d'ammoniaque. Il y a au grand Caire plusieurs ateliers dans lesquels on fait cette extraction. On introduit la suie dont on vient de parler, dans de larges bouteilles de verre de près d'un demi-mètre

de diamètre, terminés par un col de quelques centimètres de hauteur, qu'on en remplit jusqu'à quatre doigts près de leur col, et qu'on place sur un fourneau ou espèce de four ou ils peuvent être chauffés fortement. On donne le feu par degrés pendant soixante-douze heures. Le muriate d'ammoniaque se sublime vers le second jour et s'attache à la partie supérieure des bouteilles. Lorsque tout l'appareil est bien refroidi, on casse les vases et on en retire des pains de sel qui font un peu moins du tiers de la suie ainsi chauffée. Ces pains, moulés sur les bouteilles, sont convexes vers le haut, portent un tubercule dans leur milieu à cause du col de ces vases, et présentent une concavité plus ou moins profonde dans leur partie inférieure. Leurs deux surfaces sont chargées de suie ou d'une huile empyreumatique charboneuse. Ce sel était tout contenu dans la matière animale, et on ne fait que le séparer par l'action du feu. Il paraît se former dans les humeurs des animaux par la réaction du phosphate d'ammoniaque et du muriate de soude.

8. Pendant long temps on ne s'est servi que du muriate d'ammoniaque de l'Egypte. Les auteurs parlaient cependant d'un autre sel ammoniac venant de l'Inde, par la voie de la Hollande, sous la forme de cônes tronqués comme des pains de sucre, et sublimé comme celui d'Egypte, ainsi que l'indiquaient les différentes couches dont il était formé, comme Geoffroi l'a fait voir en expliquant le passage de l'histoire des drogues de Pomet où il en est parlé. Mais depuis une quarantaine d'années on a multiplié en Europe les manufactures de ce sel. On a suivi différens procédés par lequel on le prépare de toutes pièces, au lieu de l'extraire simplement comme en Egypte. Dans quelques lieux on a précipité le muriate calcaire ou l'eau mère des salines par l'alcali volatil uni à l'acide carbonique retiré des matières animales; après le dépôt de la craie, on évaporait la liqueur, et on en sublimait le muriate d'ammoniaque.

Dans d'autres endroits, comme à Franciade près Paris, on réunissait, dans un vaste récipient de plomb le gaz acide muriatique dégagé du muriate de soude par l'acide sulfurique, avec l'ammoniaque obtenue de la distillation de matières animales.

Enfin on décompose ailleurs le sulfate de chaux natif, à l'aide du carbonate d'ammoniaque obtenu liquide de la distillation des matières animales; on évapore la lessive surnageant ce mélange et contenant du sulfate d'ammoniaque; on traite ensuite ce dernier sel avec du muriate de soude dans des vaisseaux sublimatoires. Il se fait alors une double décomposition et une double combinaison; tandis que l'acide sulfurique se porte sur la soude, l'ammoniaque s'unit à l'acide muriatique, et ce muriate d'ammoniaque s'élève en vapeur et s'attache au haut des vases. Tels sont les principaux procédés pratiqués pour obtenir artificiellement le sel important qui fait le sujet de cet article.

9. Le muriate d'ammoniaque, extrait par l'un ou l'autre de ces procédés, est plus ou moins impur, couvert ou enduit d'une couche d'huile empyreumatique et charbonneuse qu'on recherche même dans plusieurs ateliers où on l'emploie. Pour les usages chimiques et médicinaux, il faut que ce sel soit plus pur. Pour cela on le sublime à un feu bien ménagé, ou bien on le dissout dans l'eau chaude et on fait cristalliser cette dissolution; il diffère un peu, suivant l'une ou l'autre méthode de purification; dans la seconde il contient beaucoup plus d'eau que dans la première.

D. *Action du calorique.*

10. Le muriate d'ammoniaque est fusible et volatil; sa volatilité est même plus grande que sa fusibilité, comme on le voit en jetant ce sel en poudre sur des charbons ardens. Au moment où il se ramollit, on le voit s'élever dans l'air en vapeur ou plutôt en fumée blanche qui ne laisse rien sur les charbons,

et qui répand une odeur fade particulière. Si le feu est très-ardent, on sent l'odeur de l'acide muriatique et de l'ammoniaque, de sorte qu'à une haute température il paraît être susceptible de décomposition. On profite de cette volatilité du muriate d'ammoniaque pour le rectifier par la sublimation. On le met dans un matras ou une phiole qu'on en remplit à moitié ; on plonge ces vases dans un bain de sable, jusqu'un peu au-dessus du point où s'élève le sel ; on les bouche légèrement avec un papier ; on chauffe par degrés jusqu'à ce que le sel se sublime. Il se rassemble en prismes aiguillés, serrés les uns contre les autres, et qui forment une masse plus blanche et plus pure que le premier sel. Il ne faut pas subliner tout, si l'on veut avoir ce sel bien rectifié ; on remarque qu'il faut donner un bon coup de feu pour volatiliser le muriate d'ammoniaque.

E. *Action de l'air.*

11. Le muriate d'ammoniaque est presque inaltérable à l'air ; il ne s'y humecte que très-légèrement lorsque l'air contient beaucoup d'humidité ; mais il ne s'y fond jamais, et se dessèche au contraire dans l'air sec.

F. *Action de l'eau.*

12. Le muriate d'ammoniaque se dissout dans trois ou quatre fois son poids d'eau à dix degrés ; il produit un froid très-vif pendant cette dissolution. Ce froid est encore plus grand avec la glace ; aussi employait-on autrefois cette espèce de froid artificiel pour plusieurs expériences. L'eau bouillante dissout presque son poids de ce sel ; il s'en cristallise une partie à mesure que la liqueur refroidit. Ordinairement ce mode de cristallisation ne donne qu'une masse remplie de petites aiguilles d'un blanc légèrement bleuâtre à cause des vides remplis par l'eau de dissolution. L'évaporation spontanée de la dissolution exposée à l'air donne des cristaux plus réguliers. Dans cet état, il contient beaucoup plus d'eau que celui qui est rectifié par la sublimation.

G. *Décomposition; proportions des principes.*

13. Ce sel est décomposé comme tous les muriates par l'acide sulfurique qui en dégage l'acide muriatique avec une forte effervescence, par l'acide nitrique qui donne à l'acide muriatique le caractère oxigéné, etc. On fait un dissolvant de l'or, en fondant du muriate d'ammoniaque dans de l'acide nitrique à cause de l'acide muriatique oxigéné qui, en se dégageant, laisse de l'oxide nitreux, comme on le fera voir à l'article de l'or. C'est en décomposant le muriate d'ammoniaque par l'acide sulfurique et en examinant le résidu de cette opération, que Glauber a trouvé le sulfate d'ammoniaque qu'il nommait son sel ammoniacal secret.

14. La barite, la potasse, la soude, la strontiane et la chaux décomposent le muriate d'ammoniaque, et en séparent l'ammoniaque en gaz par le seul contact et la trituration. Cette décomposition est beaucoup plus complète par l'action du calorique. La magnésie même qui ne décompose qu'à moitié ce sel à froid et qui forme le sel triple, sujet de l'espèce suivante, en absorbe entièrement l'acide muriatique et en dégage toute l'ammoniaque, à l'aide d'une température assez élevée.

15. C'est avec la chaux qu'on décompose le muriate d'ammoniaque pour en obtenir ce qu'on nommait autrefois *l'esprit volatil de sel ammoniac*, *l'alcali volatil caustique ou fluor*, *l'ammoniaque* proprement dite. On préfère cette terre parce qu'elle est beaucoup plus commune et beaucoup moins chère que les alcalis fixes caustiques. On se contentait autrefois de distiller dans une cornue de grès un mélange d'une partie de muriate d'ammoniaque et de trois parties de chaux vive, en adaptant à ce vaisseau un ou deux grands ballons. Souvent, malgré la tubulure du dernier ballon qu'on laissait ouverte et qui donnait issue à beaucoup de gaz ammoniac perdu dans l'atmosphère, l'appareil se brisait avec fracas et danger pour le chimiste; cet accident arrivait sur-tout, lorsqu'on employait de la chaux bien

vive et du sel ammoniac sublimé. Aussi, pour l'éviter, on avait conseillé d'ajouter un peu d'eau au mélange, et ce liquide volatilisé arrêtait une partie du gaz ammoniac; mais l'on n'avait de produit liquide que ce que l'eau pouvait en dissoudre; et une grande portion de l'ammoniaque se dégageait en gaz bien plus volatil que l'eau. L'ingénieux appareil de Woulfe a remédié à cet inconvénient et rendu cette opération une des plus faciles, des plus simples et des plus sûres de la chimie. Par son moyen on présente au gaz ammoniac de l'eau qui l'arrête et le condense, qui l'empêche de se dégager, qui s'oppose à la fracture des appareils, qui ne laisse rien perdre de ce produit, qui le donne très-pur, et qui a même l'avantage d'offrir par le mouvement accéléré ou rallenti du gaz à travers l'eau des bouteilles, l'état exact de l'opération et d'en régler ainsi la conduite. A une cornue de grès ou de porcelaine, qui contient une partie de muriate d'ammoniaque et trois parties de chaux éteinte bien exactement mêlées, on adapte un tube dont l'autre extrémité plonge dans un petit flacon contenant un peu d'eau; du haut du premier flacon, part un second tube qui passe dans un autre flacon rempli d'une quantité d'eau distillée égale au poids du muriate d'ammoniaque qu'on veut décomposer; et un troisième flacon, lié au précédent par un dernier tube qui s'ouvre encore au fond de l'eau, termine cet appareil auquel on joint d'ailleurs dans différens points des tubes de sûreté qui souvent font même partie ou système des syphons placés entre les flacons de Woulfe, ou sont soudés dans leur partie horizontale, comme on le fait aujourd'hui dans toutes les opérations de ce genre. On chauffe le fond de la cornue par degrés et jusqu'à la faire rougir. L'ammoniaque qui se dégage en gaz sature d'abord le peu d'eau du premier flacon et y dépose les impuretés qu'elle peut entraîner avec elle; cependant cette première eau étant promptement saturée, le gaz arrive dans la grande quantité d'eau pure du second flacon et la sature en l'échauffant, comme je l'ai décrit à l'article de l'ammoniaque. Ce

produit est très-blanc, très-chargé et très-pur. Il reste dans la cornue un muriate de chaux, qui, s'il est fortement chauffé, se vitrifie, se cristallise ensuite en refroidissant, et acquiert ainsi la propriété phosphorescente dans l'obscurité ; c'est alors *le phosphore de Homberg*. S'il n'a pas été assez chauffé pour être vitrifié, c'est un mélange de muriate de chaux, et de chaux qui attire l'humidité de l'air, et qu'on nommait dans ce dernier cas, *huile de chaux*, ou *sel ammoniac fixe*.

16. Il n'y a que peu d'action entre le muriate d'ammoniaque et les sels examinés jusqu'ici.

17. D'après les analyses du muriate d'ammoniaque faites par les chimistes modernes, on a trouvé pour résultat de sa composition les proportions suivantes :

Ammoniaque. . . .	40.
Acide muriatique. .	52.
Eau.	8.

H. *Usages.*

18. Le muriate d'ammoniaque est un des sels les plus employés. En chimie, on s'en sert pour extraire l'ammoniaque, pour produire du froid, pour obtenir le carbonate d'ammoniaque, pour reconnaître et analyser plusieurs substances métalliques. Médicament très-actif et très-important lui-même, comme fondant, antiseptique, fébrifuge, etc., la pharmacie l'emploie encore à la préparation de plusieurs composés médicamenteux fort utiles. Dans les arts, il n'est pas moins avantageux. Il sert beaucoup à la teinture pour préparer ou aviver les couleurs ; dans la docimasie, il indique et sépare le fer de plusieurs de ses combinaisons ; dans l'étamage du cuivre, il est destiné à recouvrir les surfaces métalliques et à en prévenir l'oxidation : il a le même usage dans la soudure.

ESPÈCE VII. — *Muriate de magnésie.*

A. *Synonymie ; histoire.*

1. Le muriate de magnésie a été nommé *sel marin de magnésie*, *magnésie salée*. Long temps inconnu aux chimistes, il a été confondu avec le muriate calcaire qu'il accompagne très-souvent. C'est à M. Black qu'on en doit la première distinction et la première étude. Bergman l'a ensuite examiné avec plus de soin et a fait connaître ses principales propriétés. J'ai depuis ajouté quelques faits à son histoire.

B. *Propriétés physiques ; histoire naturelle.*

2. Ce sel n'a point encore été obtenu sous une forme régulière appréciable. Il est ou en poudre ou en petites aiguilles informes, ou en une espèce de gelée dans laquelle on apperçoit à peine quelques rudimens de cristaux ; sa saveur est amère et désagréable. Il existe souvent dans la nature avec le muriate de soude et le muriate de chaux, dans les eaux salées, le sel gemme, les eaux minérales purgatives qui tiennent du sel marin ou du sulfate de magnésie ; ainsi on le trouve d'une part dans l'eau de Balaruc, et de l'autre dans l'eau de Sedlitz.

C. *Préparation.*

3. Quoique fréquent dans les eaux salées, on ne retire point ce sel en particulier ; on le fabrique dans les laboratoires, en dissolvant de la magnésie dans l'acide muriatique jusqu'à saturation ; on évapore cette dissolution pour obtenir des cristaux informes, ou le réduire à siccité.

D. *Action du calorique.*

4. Ce sel est le premier des muriates examinés jusqu'ici, que

le calorique décompose complétement. Après s'être fondu et desséché par la première impression du feu, il se boursouffle, se ramollit, se remplit de bulles, et laisse échapper son acide muriatique sous forme de gaz. La magnésie reste seule et pure après cette décomposition.

E. *Action de l'air.*

5. Le muriate de magnésie est très-déliquescent; il s'humecte d'abord, se ramollit et se fond tout-à-fait à l'air.

F. *Action de l'eau.*

6. L'eau froide en dissout facilement un poids égal au sien. L'eau bouillante en dissout davantage encore. Il est extrêmement difficile à faire cristalliser. Bergman dit qu'on n'y réussit qu'en exposant subitement à un grand froid sa dissolution fortement concentrée par l'évaporation. Souvent, au lieu de cristaux, on obtient un magma rempli de petites aiguilles molles, ou une gelée demi-transparente qui attire fortement l'humidité atmosphérique. Un mélange de dissolution épaisse de muriate calcaire paraît favoriser sa cristallisation.

G. *Décomposition; proportions des principes.*

7. Les acides sulfurique et nitrique en dégagent l'acide muriatique, le premier dans l'état pur, le second dans l'état oxigéné. L'acide phosphorique le décompose en partie à froid. On ne peut pas apprécier sa décomposition à chaud par cet acide non plus que par le boracique, puisque le calorique seul en chasse l'acide.

8. La barite, la potasse, la soude, la strontiane et la chaux s'emparent de son acide et précipitent la magnésie. On peut extraire cette terre des eaux salées, des eaux amères, et des eaux-mères des saliniers, traitées par l'eau de chaux. L'ammoniaque ne précipite qu'en partie le magnésie de sa disso-

lution, et forme, avec le muriate de magnésie non décomposé, un sel triple dont il va être parlé. Dans cette précipitation, comme dans celle de tous les sels magnésiens, il faut, pour séparer à peu près un tiers de la magnésie, huit ou dix fois plus d'ammoniaque qu'il ne serait nécessaire pour saturer la portion d'acide muriatique unie à cette terre ; cette quantité d'ammoniaque raréfie la liqueur, comme le prouve la précipitation qui a lieu avec beaucoup moins de cet alcali volatil sous le vide, ou sur une colonne de mercure de six ou sept décimètres de hauteur.

9. Il décompose plusieurs sulfates et plusieurs nitrates par le jeu des attractions électives doubles. Bergman indique les proportions de ce sel dans les proportions suivantes :

Magnésie. . . . . 41.
Acide muriatique. . 34.
Eau. . . . . 25.

H. *Usages.*

10. Le muriate de magnésie n'est encore d'aucun usage. On peut faire servir cependant celui des eaux minérales à obtenir la magnésie par précipitation. Il est aussi vraisemblable qu'on pourra employer avec avantage ce sel dans la médecine, comme on a fait le muriate calcaire.

ESPÈCE VIII. — *Muriate ammoniaco-magnésien.*

A. *Synonymie ; histoire.*

1. Le muriate ammoniaco-magnésien est aussi nommé *sel triple* ou *trisule*, en ajoutant ce premier mot aux deux autres. Bergman en a donné le premier apperçu dans sa dissertation sur la magnésie ; je l'ai fait connaître plus positivement en 1790, dans le quatrième tome des Annales de chimie.

B. *Propriétés physiques ; histoire naturelle.*

2. Il est susceptible de se cristalliser en petits polyèdres qui se séparent très-vîte de l'eau, mais que je n'ai jamais trouvés assez réguliers pour les décrire exactement. Il a une saveur amère et ammoniacale à-la-fois. Il est naturel de croire qu'il existe dans les eaux mères des marais salans et des sels préparés par le bouillon, puisque les eaux de la mer, avec une quantité notable de magnésie, contiennent des matières animales qui doivent donner naissance à de l'ammoniaque.

C. *Préparation.*

3. Il y a, comme pour les autres trisules ammoniaco-magnésiens, trois manières de préparer ce sel. L'une consiste à mêler des dissolutions de muriate de magnésie et de muriate d'ammoniaque ; on voit se déposer ce sel triple en petits cristaux. La seconde appartient à la demie décomposition du muriate d'ammoniaque par la magnésie à froid et par l'agitation de la dissolution de ce sel avec cette terre, et la troisième à celle du muriate de magnésie par l'ammoniaque. Le premier procédé est le plus certain et donne le sel le plus pur, en prouvant d'ailleurs qu'il est bien comme tous les autres sels triples une union de deux sels neutres, et non pas une combinaison de deux bases à la même portion d'un acide, comme le nom pourrait d'abord le faire penser.

D. *Action du calorique.*

4. Le muriate ammoniaco-magnésien se décompose au feu ; le muriate d'ammoniaque s'en volatilise, et celui de magnésie perd son acide.

E. *Action de l'air.*

5. Il ne paraît que peu altérable à l'air ; cette inaltérabilité, commune à tous les sels triples analogues, est cependant un

peu moins marquée dans le muriate ammoniaco-magnésien que dans les précédens, puisque celui-ci est absolument déliquescent à l'air.

F. *Action de l'eau.*

6. L'eau froide le dissout bien à la dose de six à sept parties sur une de ce sel ; l'eau chaude en dissout un peu davantage. En général il est un peu moins dissoluble que chacun des sels qui le forment, puisque les dissolutions de chacun d'eux étant mêlées donnent des cristaux, tandis qu'elles n'y étaient point disposées séparément.

G. *Décomposition ; proportions des principes.*

7. Les acides le décomposent à la manière de tous les autres muriates, et il ne présente rien de particulier à cet égard.

8. La barite, la potasse, la soude, la strontiane et la chaux en précipitent complétement la magnésie et en dégagent entièrement l'ammoniaque sous la forme de gaz.

9. J'ai trouvé, soit en analysant ce sel, soit en examinant avec soin les phénomènes de sa formation, que cent parties de muriate ammoniaco-magnésien contenaient :

Muriate de magnésie. . 73.
Muriate d'ammoniaque 27.

H. *Usages.*

10. On n'emploie à aucune espèce d'usage le muriate ammoniaco-magnésien, si ce n'est pour les démonstrations de chimie, où l'on veut faire connaître son existence et sa formation.

ESPÈCE IX. — *Muriate de glucine.*

1. En indiquant les propriétés du muriate de glucine, le citoyen Vauquelin se contente de dire qu'il se rapproche beau-

coup du nitrate de la même terre, et qu'il n'en diffère qu'en ce qu'il se cristallise plus facilement, quoique ses cristaux soient si petits qu'il lui a été impossible d'en reconnaître la forme, en ce qu'il n'attire pas l'humidité de l'air. Il annonce que, dissous dans l'alcool et étendu d'eau, il donne une liqueur sucrée fort agréable.

2. Pour mieux caractériser encore ce sel très-peu connu, mais qui mérite beaucoup de l'être, j'ajouterai que le muriate de glucine est décomposable par le feu qui en chasse l'acide et laisse sa base, par l'acide sulfurique et par l'acide nitrique qui s'emparent de la glucine, par l'acide phosphorique à l'aide du feu, par toutes les bases terreuses et alcalines qui prennent son acide, à l'exception de l'alumine, de la zircone et de la silice. Il ne peut être encore d'aucun usage, à cause de sa trop petite quantité.

ESPÈCE X. — *Muriate d'alumine.*

A. *Synonymie ; histoire.*

1. Le muriate d'alumine a été nommé *sel marin argileux*, *sel argileux*, *alun marin*, *muriate d'argile*, *argile salée*. La plupart des auteurs de chimie, depuis Macquer, en ont parlé, quoiqu'ils n'aient décrit que légèrement et comme en passant, ses propriétés.

B. *Propriétés physiques ; histoire naturelle.*

2. Ce sel est rarement cristallisé, ou ne présente que quelques ébauches informes de cristaux. Il est le plus souvent sous la forme gélatineuse, ou gluante, ou bien en poussière blanche. Il a une saveur salée, styptique, acide et âcre. Il rougit la teinture de tournesol et la couleur des violettes ; on ne le connaît pas dans la nature, quoiqu'on soupçonne qu'il existe dans les eaux de la mer.

C. *Préparation.*

3. On le fabrique dans les laboratoires de chimie, en unissant directement l'acide muriatique avec l'alumine ; on ne peut pas saturer entièrement cet acide par cette base terreuse. Ce sel reste toujours acidule.

D. *Action du feu.*

4. Le muriate d'alumine est très-fusible et très-décomposable au feu ; il laisse dégager son acide plus facilement encore que le muriate de magnésie, et l'alumine reste pure au fond du vaisseau. Ce fait prouve, ainsi que tous ceux qui appartiennent à l'histoire de ce sel, que ses principes sont faiblement adhérens les uns aux autres.

E. *Action de l'air.*

5. Le muriate d'alumine est un des plus déliquescens que l'on connaisse ; il se fond entièrement par son contact, et coule dant les vases qui servent à l'y exposer.

F. *Action de l'eau.*

6. C'est un des plus dissolubles des muriates ; il l'est au moins autant que le muriate calcaire ; il prend plus volontiers une forme gélatineuse que de la solidité par l'évaporation de sa dissolution. L'espèce de masse gélatiniforme qu'il donne alors est souvent colorée en jaune ou en brun clair.

G. *Décomposition.*

7. Les acides le décomposent à la manière des autres muriates et plus facilement encore. Beaucoup d'oxides métalliques le décomposent et en dégagent, par le feu, de l'acide muriatique oxigéné. Toutes les bases, excepté la silice et la zircone, en séparent l'alumine qui se précipite. On ne sait pas

s'il peut faire des sels triples avec les sulfates alcalins ; ce qui est extrêmement vraisemblable d'après le caractère général des sels alumineux. On ne connaît pas non plus la proportion de ses principes.

H. *Usages.*

8. Le muriate d'alumine n'est encore d'aucun usage ; c'est pour cela sans doute qu'il est moins connu que la plupart des sels précédens.

ESPÈCE XI. — *Muriate de zircone.*

A. *Synonymie ; histoire.*

1. Le muriate de zircone est trop nouvellement découvert pour qu'on ait pu lui donner d'autre nom que celui qu'il porte. C'est à M. Klaproth qu'on en doit la première connaissance depuis 1793. Le citoyen Vauquelin l'a aussi examiné depuis, et en a déterminé quelques propriétés ; il s'en faut de beaucoup que ce sel soit encore bien connu.

B. *Propriétés physiques.*

2. Ce sel se cristallise en petites aiguilles dont la forme n'a point encore été déterminée. Il a une saveur austère et un peu âcre, qui diffère de toutes les autres saveurs analogues. On ne l'a point encore trouvé dans la nature.

C. *Préparation.*

3. Après avoir fondu l'hyacinthe ou le jargon de Ceylan avec cinq à six fois leur poids d'alcali, après en avoir extrait la zircone par les procédés qui ont été indiqués à l'article de cette terre, on la dissout immédiatement dans l'acide muriatique, et on fait cristalliser cette dissolution.

D. *Action du calorique.*

4. Quand on expose le muriate de zircone au feu, il se décompose avec la plus grande facilité, perd son acide, et se trouve bientôt réduit à sa base pure.

E. *Action de l'air.*

5. Il attire l'humidité de l'air avec assez de force, moins cependant que le muriate de chaux.

F. *Action de l'eau.*

6. Il est très-dissoluble dans l'eau, et se cristallise par le refroidissement réuni à l'évaporation, c'est-à-dire en exposant au froid sa dissolution convenablement évaporée.

G. *Décomposition.*

7. L'acide sulfurique et l'acide phosphorique le décomposent et en précipitent du sulfate ou du phosphate de zircone très-peu dissolubles. Toutes les bases terreuses et alcalines séparent la zircone de sa dissolution, et ont plus d'attraction pour l'acide muriatique que n'en a cette terre; en sorte que le muriate de zircone est véritablement le plus décomposable de tous les muriates. On ignore la proportion de ses principes.

H. *Usages.*

8. On n'a encore proposé le muriate de zircone pour aucun usage. Il est d'ailleurs trop rare et trop cher à cause de l'excessive rareté des pierres d'où l'on a jusqu'ici tiré sa base, pour qu'il ait été permis d'essayer même ses propriétés.

ESPÈCE XII. — *Muriate de silice.*

Je n'énonce comme douzième espèce le muriate de silice, que pour rappeler ici la facile dissolubilité de cette terre pure et très-atténuée, comme elle l'est après sa fusion par l'alcali, dans l'acide muriatique. J'ai fait remarquer, dans l'analyse des pierres silicées, que lorsqu'on les traite fondues par la potasse à l'aide de l'acide muriatique, on en dissout toute la masse. Cette dissolution passe à travers les pores du papier. Elle est claire et limpide, elle n'a pas la consistance qu'on pourrait lui supposer. Elle est toujours acide. Quand elle est concentrée par une évaporation lente, souvent elle se prend en gelée transparente; mais si on la fait bouillir, elle se précipite, se décompose et laisse déposer la terre silicée, même sous la forme grenue et véritablement cristalline, de manière que l'eau et l'acide n'en retiennent bientôt plus. Voilà le véritable caractère spécifique qui distingue de tous les autres sels l'espèce de matière saline que la silice forme avec l'acide muriatique; et c'est souvent ainsi que se comportent les pierres dures pendant leur analyse. Il est évident qu'il faut admettre une certaine attraction entre la silice et l'acide muriatique, pour concevoir la dissolution de cette terre, et pour la faire regarder comme une sorte de muriate de silice. Comme aucun autre acide ne présente cette propriété d'une manière aussi marquée, si ce n'est l'acide fluorique, j'ai cru devoir distinguer cette dissolubilité par l'admission d'un muriate de silice.

ARTICLE VII.

GENRE VI.

MURIATES OXIGÉNÉS OU SUROXIGÉNÉS TERREUX ET ALCALINS.

§. I.

Des caractères génériques de ces sels.

1. Les sels qu'on nomme des muriates oxigénés, ou plutôt suroxigénés, étaient entièrement inconnus en chimie avant 1786. C'est à cette époque que le citoyen Berthollet découvrit la plus singulière et la mieux connue de ces combinaisons salines si remarquables, celle qui est nommée *muriate suroxigéné de potasse*. Les propriétés imprévues qu'il lui trouva ouvrirent un nouveau champ à des découvertes brillantes qui se sont succédées depuis cette époque et presque sans interruption. Après le cit. Berthollet, le cit. Vanmons, Lavoisier, MM. Dolfuz, Gadolin, le cit. Vauquelin et moi, nous nous sommes occupés plus spécialement de l'examen de ce genre de combinaisons; et quoique l'état de la science annonce qu'on est loin de posséder toutes les lumières que promet cette intéressante partie de la chimie, les expériences modernes, dont on présentera le tableau dans cet article, ont singulièrement contribué à l'agrandissement de la doctrine française.

2. Le citoyen Berthollet observa le premier en 1785 que l'acide muriatique oxigéné liquide n'avait pas la propriété de s'unir immédiatement aux bases alcalines comme l'acide muriatique ordinaire, et il en conclut que, beaucoup moins fortement acide que dans son état primitif, ce corps n'avait plus la même attraction avec les bases, la même tendance à les convertir en sels. Mais il trouva bientôt en 1786 que, si on recevait le gaz acide muriatique oxigéné dans une dissolution

alcaline, il était absorbé plus abondamment que par l'eau, et qu'il éprouvait un changement nouveau, une modification particulière ; qu'une partie repassait à l'état d'acide muriatique libre, et formait avec la matière alcaline un muriate simple, et qu'une autre, absorbant la portion d'oxigène combinée d'abord avec la première, se fixait en cet état de *suroxigénation* dans l'alcali et le convertissait en une substance saline nouvelle, très-différente du muriate commun. C'est à cause de cela que dans la nomenclature méthodique on nomma ce sel *muriate suroxigéné*.

3. Quoique le cit. Berthollet n'ait bien déterminé cette combinaison suroxigénée de l'acide muriatique qu'avec la potasse, et qu'il ait reconnu qu'elle n'avait pas lieu de la même manière avec la plupart des autres bases terreuses ou alcalines, ou qu'au moins elle ne réussirait pas aussi facilement, il n'est pas permis de douter, d'après les essais multipliés faits depuis lui sur cette matière par MM. Dolfuz, Gadolin et par moi en particulier, que ces combinaisons n'existent véritablement, et qu'il ne soit nécessaire de les compter dans le système méthodique des sels.

4. Je dirai donc que le premier et le plus important des caractères des sels formés par l'acide muriatique oxigéné et des bases alcalines et terreuses est, 1°. de ne pas pouvoir être constitués par l'union immédiate de cet acide liquide avec ces bases, et de laisser décomposer celui-ci lorsqu'on veut aider cette union par la chaleur en ne donnant que des muriates simples, comme l'avaient vu d'abord Schéele et Bergman ; mais 2°. de porter au moment où ces corps se combinent réciproquement, l'acide muriatique oxigéné à un état de surcharge d'oxigène ou de suroxigénation, qui leur donne ensuite la nature de sels suroxigénés. C'est, comme on va le voir, sur cette propriété très-remarquable que sont fondés tous les effets distinctifs et vraiment caractéristiques de ce genre de sels nouveaux.

5. Si l'on ne peut pas les former en unissant directement

et immédiatement les bases avec l'acide muriatique oxigéné liquide, ce n'est pas seulement parce que cet acide n'est pas surchargé d'oxigène, mais parce qu'il a contracté une adhérence remarquable avec l'eau qui diminue singulièrement son attraction pour les matières alcalines. En effet le gaz acide muriatique oxigéné s'unit facilement à ces bases et les sature peu à peu. Mais la propriété qu'a l'acide de se suroxigéner alors, aux dépens d'une de ses parties, est manifestement due à la présence de ces substances alcalines et à l'espèce d'attraction disposante dont elles jouissent pour se combiner à cet acide sursaturé d'oxigène. Voilà pourquoi il n'y a pas de muriates oxigénés proprement dits, mais bien des muriates suroxigénés, comme le titre de cet article l'indique.

6. On prépare souvent ces muriates suroxigénés avec des matières terreuses ou alcalines plus ou moins saturées d'acide carbonique, non pas parce que ces matières pures ne pourraient pas s'unir avec l'acide muriatique oxigéné, ni favoriser sa suroxigénation, mais parce qu'il est plus facile, plus commode et moins dispendieux de prendre les carbonates : encore la portion pure et caustique de ceux qui ne sont pas saturés commence-t-elle par se saturer la première, et celle qui est saturée d'acide carbonique ne se charge-t-elle qu'après d'acide muriatique oxigéné; alors on observe une effervescence due au dégagement de ce dernier acide.

7. Il doit être évident, d'après ce qui vient d'être dit, qu'il ne se forme pas un muriate suroxigéné sans qu'il se forme en même temps une portion de muriate simple de la même base, puisque celle-ci, favorisant la suroxigénation d'une partie de l'acide muriatique oxigéné par la décomposition d'une autre partie de cet acide, doit laisser cette dernière à l'état d'acide muriatique simple. Aussi pour obtenir les muriates oxigénés purs, est-on obligé de les séparer de la portion de muriates qui les accompagne. Cette séparation est ordinairement facile par la différente dissolubilité et par la cristallisabilité qui caractérisent chacun de ces sels.

8. Quoiqu'ils ne soient pas décomposables par la lumière seule, celle-ci influe cependant sur leur décomposition ; et c'est en cela que paraît résider en partie leur propriété phosphorique, scintillante, décrépitante, par le frottement ; on ne peut douter que la lumière ne contribue aussi à les décomposer lorsqu'elle est aidée du calorique. En les chauffant dans des vaisseaux transparens sur des charbons bien allumés, ils se fondent et bouillent, ou font une effervescence spontanée, prompte, vive, dont le produit est du gaz oxigène très-pur, en entier absorbable par les corps combustibles (sur-tout le phosphore) et qui fait entre le sixième et le tiers de leur poids. Lorsqu'ils ont ainsi donné ce gaz, et que leur effervescence par le calorique est calmée, ils se trouvent réduits à l'état de muriates simples. On voit donc que cette propriété forme un caractère très-distinctif des muriates suroxigénés.

9. Un second caractère, dépendant comme tous ceux de ce genre de la grande quantité d'oxigène que recèlent ces sels, consiste dans l'énergie avec laquelle ils allument les corps combustibles. Cette propriété, à laquelle les chimistes auraient cru reconnaître il y a vingt ans des *nitres*, comme ils les appelaient alors, diffère de la détonation produite par ceux-ci, en ce qu'elle est plus prompte et plus vive, en ce que la flamme qui l'accompagne est plus blanche et plus éclatante, en ce qu'elle s'opère quelquefois spontanément, en ce qu'elle a lieu par le choc ou la percussion, enfin en ce que les sels qui restent après, au lieu d'être des bases alcalines et terreuses comme dans les nitrates, sont des muriates simples et qui n'ont perdu que l'oxigène dont ils étaient surchargés. On verra que cette violente inflammation et détonation est non-seulement un des phénomènes les plus singuliers que présentent ces sels, une des découvertes les plus étonnantes de la chimie moderne, mais encore un des faits qui pourra servir le plus les arts, et contribuer en même temps aux progrès de la science de la nature.

10. Tous les muriates suroxigénés sont plus ou moins dissolubles dans l'eau, quelquefois plus et souvent moins cristallisables que les muriates simples, mais toujours sous une autre forme qu'eux. Tous sont décomposés par les acides, souvent avec une violente décrépitation, avec un dégagement de vapeur jaune-verdâtre, d'une odeur très-forte. Cette vapeur est de véritable acide muriatique suroxigéné; elle est lourde, tombe en espèce de goutellettes d'un jaune vert et forme des stries comme huileuses sur les corps auxquels elle adhère. C'est probablement quelques gouttes de cette espèce d'acide que M. Giobert a obtenues et désignées sous le nom d'*huile* dans la distillation de l'acide muriatique sur l'oxide de manganèse. Si l'on présente à cette vapeur dense celle qui se dégage d'une chandelle ou d'une lampe allumée, il se fait souvent une forte détonation. Une partie de cet acide épais reste toujours autour du sel décomposé sous la consistance épaisse et chargée de bulles qui décrépitent et enflamment tous les corps combustibles. Il est remarquable que ce caractère, comme la plupart de ceux du genre que je décris ici, n'ont encore été observés que sur le muriate suroxigéné de potasse, la seule espèce bien connue de ce genre.

11. Les muriates suroxigénés convertissent plus ou moins promptement les sulfites et les phosphites en sulfates et en phosphates, quelquefois même en les faisant brûler lorsqu'on les traite réciproquement à une haute température. Beaucoup d'oxides métalliques les décomposent, lorsqu'ils ne sont pas aussi oxidés qu'ils pourraient l'être ou saturés d'oxigène. Ils oxident très-promptement les métaux et changent promptement et fortement la nature de toutes les dissolutions de ceux qui ne sont pas complétement oxidés.

12. Quoique, parmi les espèces de muriates suroxigénés, il n'y ait encore que celui de potasse qui ait été examiné avec assez de soin et qui commence à être connu, il est essentiel de classer méthodiquement celles qu'on sait devoir exister et

pouvoir être formées. Cette disposition ne pouvant être faite que par des analogies, puisque les expériences ne sont encore ni assez nombreuses, ni assez exactes, je suivrai le même ordre que pour les muriates, en observant qu'il ne peut pas y avoir de muriate suroxigéné d'ammoniaque, puisque cette base alcaline est décomposée, comme on l'a vu, au moment même du contact, par l'acide muriatique oxigéné. On a prétendu cependant qu'à une température de quelques degrés au-dessous de 0, ces deux corps restaient unis; mais cette assertion mérite encore d'être confirmée. Je compterai donc neuf espèces de muriates suroxigénés, que je rangerai dans l'ordre suivant :

1°. Muriate suroxigéné de barite.
2°. Muriate suroxigéné de potasse.
3°. Muriate suroxigéné de soude.
4°. Muriate suroxigéné de strontiane.
5°. Muriate suroxigéné de chaux.
6°. Muriate suroxigéné de magnésie.
7°. Muriate suroxigéné de glucine.
8°. Muriate suroxigéné d'alumine.
9°. Muriate suroxigéné de zircone.

13. Dans ces neuf espèces on n'a encore décrit que la seconde; je ne donnerai ici sur les huit autres que quelques essais qui me sont particuliers, ou qui sont dus à M. Dolfuz.

14. On doit bien juger que jusqu'ici les muriates suroxigénés ont été peu employés. On verra les tentatives faites sur le muriate suroxigéné de potasse, et les motifs d'espérance que l'on a d'en tirer un grand parti par la suite.

§. II.

Des caractères spécifiques des muriates suroxigénés, terreux et alcalins.

ESPÈCE I. — *Muriate suroxigéné de barite.*

On ne connaît point cette espèce. Aucun chimiste n'a tenté de la former. J'ai constaté seulement qu'en recevant du gaz acide muriatique oxigéné dans l'eau où j'avais délayé du carbonate de barite, celui-ci s'est fondu peu à peu dans l'eau en faisant effervescence, qu'il s'est dégagé ainsi du gaz acide carbonique, et qu'il a dû se former du muriate oxigéné ou suroxigéné de barite que je n'ai point eu le loisir d'examiner encore. La liqueur surnageante tenait du muriate ordinaire de barite; preuve qu'il s'est formé du muriate suroxigéné de cette base.

ESPÈCE II. — *Muriate suroxigéné de potasse.*

A. *Synonymie; histoire.*

1. Ce nouveau sel, extrêmement important, est le seul des muriates suroxigénés qui commence à être bien connu. M. Hyggins paraît l'avoir vu le premier, puisqu'il dit dans son traité de l'acide acéteux, qu'en recevant dans une lessive de potasse la vapeur qui se dégage de l'acide muriatique distillé sur l'oxide de manganèse, il se forme du nitre dans la liqueur; mais on voit qu'il l'a obtenu sans le connaître, et qu'il s'est trompé sur sa nature. Le citoyen Berthollet en est donc véritablement l'inventeur, et c'est une des plus intéressantes découvertes que lui doit la chimie. Lavoisier, M. Dolfuz, les cc. Vanmons, Fourcroy et Vauquelin, ont depuis cette première

découverte étudié les propriétés de ce sel, et il n'en est presque pas de mieux connu aujourd'hui.

B. *Propriétés physiques.*

2. Le muriate suroxigéné de potasse est le plus souvent sous la forme de lames quarrées, minces ou sous celle de parallélipipèdes. Voici comment le citoyen Haüy a déterminé la forme de ce sel parfaitement cristallisé, qu'on lui avait remis pour l'examiner.

Les cristaux de muriate-suroxigéné de potasse sont des rhomboïdes obtus divisibles parallèlement à leurs faces, d'où il suit qu'ils représentent la forme primitive de leur espèce.

L'angle plan au sommet du rhomboïde est d'environ $102^{d}.\frac{1}{5}$, ce qui donne à peu près 106^{d}. pour les inclinaisons respectives des trois faces réunies autour du sommet.

Il est très-transparent et très-fragile; sa saveur est fraîche, piquante et austère, désagréable, fort différente de celle du nitrate de potasse. Il pétille lorsqu'on le frotte vivement, comme sur un porphyre, et il en sort une grande quantité d'étincelles et de traces lumineuses. C'est une sorte de propriété électrique. Il n'existe pas dans la nature.

C. *Préparation; purification.*

3. On ne peut jamais le fabriquer immédiatement, en mettant l'acide muriatique oxigéné en contact avec la potasse, ni avec le carbonate de potasse dont il ne chasse pas l'acide carbonique; mais en recevant, dans de l'eau qui tient du carbonate de potasse ou de la potasse en dissolution, du gaz acide muriatique oxigéné qui s'y condense et s'y accumule. On met cette dissolution, faite avec six parties, d'eau et une partie de potasse, dans un flacon de Woulfe, au fond duquel plonge un tube qui y conduit le gaz acide muriatique oxigéné, produit par la réaction du muriate de soude, de l'acide sul-

furique et de l'oxide de manganèse, comme on l'a dit ailleurs. A mesure que ce gaz arrive dans la liqueur, il se dégage bientôt du gaz acide muriatique si elle contient du carbonate de potasse, ou seulement un peu de calorique, si elle est saturée de potasse. L'acide muriatique oxigéné se partage en deux parties, suivant la belle observation du citoyen Berthollet. L'une se dépouille entièrement de son oxigène en faveur de l'autre, et d'une part il se forme de l'acide muriatique ordinaire qui donne un peu de muriate de potasse avec la liqueur alcaline; l'autre, surchargée de l'oxigène du premier, s'unit à une portion de la potasse, s'y condense en acide suroxigéné, et compose le sel dont on parle. Il se passe donc ici trois attractions électives, celle de l'acide muriatique ordinaire pour la potasse, celle de l'acide muriatique oxigéné pour une nouvelle proportion d'oxigène, et celle de cet acide suroxigéné pour une portion de la potasse.

4. Comme le muriate suroxigéné de potasse, formé dans cette opération, n'est pas aussi dissoluble que la potasse et le muriate ordinaire de cette base, le premier sel se dépose souvent dans la liqueur en état de paillettes ou de lamelles brillantes, dont la quantité augmente avec la saturation. Cependant ce sel n'est pas pur; il contient souvent un peu de terre séparée de l'alcali et du muriate de potasse ordinaire. Pour le purifier ou le raffiner, on le dissout dans une quantité suffisante d'eau distillée bouillante; on filtre cette dissolution et on la laisse refroidir; le muriate suroxigéné de potasse se dépose en lames brillantes; il n'en reste que très-peu dans l'eau froide qui retient le muriate de potasse.

D. *Action du calorique.*

5. Quoique le muriate suroxigéné de potasse contienne beaucoup d'eau de cristallisation, il se fond tranquillement et sans se dessécher au feu, mais il bout très-facilement, il présente une effervescence spontanée très-vive, et il donne

une quantité de gaz oxigène qui équivaut à près du tiers de son poids. Ce gaz oxigène est très-pur ; c'est le meilleur que l'on puisse obtenir. C'est celui qui a été employé dans l'expérience de la décomposition de l'eau, faite en 1790 dans mon laboratoire, par les citoyens Seguin, Vauquelin, et moi, eau artificielle la plus pure que l'on eût obtenue jusque-là. Lorsque le muriate suroxigéné de potasse a donné, par l'action du feu, tout son gaz oxigène et une certaine quantité d'eau, il est réduit à l'état de muriate de potasse ordinaire. Cette facilité de fournir du gaz oxigène à une température modérée, la grande quantité qu'il en donne, prouvent que ce principe n'adhère que faiblement au sel, et qu'il y retient beaucoup de calorique ; et cette considération est très-propre à faire bien concevoir toutes ses propriétés.

E. *Action de l'air.*

6. Le muriate suroxigéné de potasse n'est point sensiblement altérable par l'air ; il s'humecte cependant un peu dans les temps humides, et il jaunit légèrement par une longue exposition dans l'atmosphère.

F. *Action de l'eau.*

7. Il n'est pas à beaucoup près aussi dissoluble dans l'eau froide que le muriate de potasse, et paraît exiger vingt parties de ce liquide à dix degrés de température pour se dissoudre ; mais l'eau chaude le dissout dans une proportion croissante très-remarquable, car à la chaleur de l'ébullition elle peut en prendre au moins le tiers de son poids, de sorte qu'il se cristallise presque tout entier par le refroidissement. Si on laisse refroidir très-lentement sa dissolution bouillante et non saturée, il dépose des cristaux beaucoup plus réguliers et prismatiques.

G. *Décomposition ; proportions des principes.*

8. C'est sur-tout dans la manière violente d'agir de ce sel avec les corps combustibles, que résident ses propriétés les plus singulières ; on pourrait même les regarder comme surprenantes, en les comparant à celles que présentent toutes les autres matières salines connues. Le muriate suroxigéné de potasse semble renfermer les élémens de la foudre dans ses molécules ; le chimiste peut produire des effets presque miraculeux par son moyen, et la nature semble avoir concentré toute la puissance des détonations, des fulminations et des inflammations dans ce terrible composé.

9. Tout corps combustible, quel qu'il soit, peut brûler avec le muriate suroxigéné de potasse, ou détonner, ou fulminer même suivant la manière dont on le traite. Il faut d'abord mêler ces corps avec beaucoup de précaution les uns avec les autres. Souvent un mélange de trois parties de sel avec une partie de soufre détonne seul et produit une violente explosion ; on ne doit donc jamais laisser ce mélange tout fait dans un laboratoire.

10. En triturant doucement le mélange précédent dans un mortier de métal avec un pilon de même matière, il y a une suite de détonations comme des coups de fouet ; si l'on appuie plus fortement, ou si l'on agite plus vîte, les détonations plus fortes et plus rapides imitent des coups de pistolet ; on voit en même temps des flammes purpurines ou rouges qui brillent à chaque détonation. Si l'on frappe le même mélange, placé sur une enclume, avec un marteau, on a un bruit aussi fort que celui d'un coup de fusil. On obtient les mêmes effets, mais moins violens, avec le charbon seul.

11. En mélant trois parties de muriate suroxigéné de potasse avec une demie partie de soufre et une demie partie de charbon, les détonations sont encore plus fortes et plus ra-

pides, la lumière est aussi plus éclatante par la trituration, la pression et la percussion.

12. On conçoit d'après cela qu'on doit faire une très-bonne poudre à canon avec le muriate suroxigéné de potasse ; cette poudre a même beaucoup d'avantages sur celle qui est préparée avec le nitre ; mais les inconvéniens qui accompagnent sa formation et son emploi, l'extrême facilité avec laquelle elle prend spontanément, la mort affreuse de deux individus frappés par cette terrible composition, au mois d'octobre 1788, à Essonne, lors des premiers essais qu'on en fit, les brûlures graves que beaucoup d'autres ont essuyées depuis en la fabriquant, malgré toutes les précautions qu'on avait prises, et sur-tout la nécessité de la travailler toujours humide, de ne la préparer qu'en petite quantité et dans des lieux bien découverts sans opposer aucun obstacle, aucune pression, aucun corps lourd à son contact, ont forcé les chimistes et le citoyen Berthollet lui-même, le premier auteur de cette singulière découverte, de renoncer à leurs projets et à leurs premières espérances sur ce genre d'emploi du muriate suroxigéné de potasse.

13. La plupart des métaux détonnent de même et s'enflamment rapidement par le simple choc avec le muriate suroxigéné de potasse. Les substances végétales, le sucre, la gomme, la farine, etc. produisent encore le même effet ; les huiles mêmes, l'alcool et l'éther, réduites en pâte avec ce sel et frappés sur une masse de fer avec un marteau de ce même métal, occasionnent d'égales fulgurations.

14. Le muriate suroxigéné de potasse est décomposé d'une autre manière par beaucoup d'acides. Lorsqu'on le jette dans l'acide sulfurique concentré, il détonne en faisant un bruit sec, il saute à une grande distance, répand même une flamme rouge, et exhale une vapeur brune accompagnée d'une forte odeur d'acide muriatique oxigéné. Souvent en approchant une lumière de cette vapeur, il se produit une détonation bien

plus violente que celle qui a lieu par le premier contact de l'acide sulfurique.

15. Si l'on jette dans le même acide sulfurique concentré les mélanges indiqués plus haut de muriate suroxigéné de potasse et de soufre, de charbon ou de métaux, il se développe, à l'instant même, une flamme d'un éclat si vif et si brillant que l'œil a de la peine à la supporter. Il n'y a point alors de détonation ni de fulguration. C'est une simple inflammation d'une rapidité énorme. On sent en même temps l'odeur de l'acide muriatique oxigéné. Tel est le précis des découvertes qui me sont communes avec le citoyen Vauquelin, sur les inflammations et détonations que le muriate suroxigéné de potasse est susceptible de faire naître avec tous les corps combustibles.

16. L'acide nitrique concentré, versé sur ce sel, le fait pétiller, mais sans explosion et sans flamme; il en dégage également l'acide muriatique oxigéné.

17. On ne connaît pas encore exactement l'action des autres acides sur le muriate suroxigéné de potasse.

18. On ignore également la manière d'agir de ce sel sur les autres sels précédemment examinés, si ce n'est sur les sulfites et phosphites qu'il convertit en sulfates et en phosphates, en brûlant, même avec flamme, le soufre excédent des premiers, lorsqu'on le fait passer avec ces sels à travers un tube de terre rouge.

19. L'analyse de ce sel prouve que cent parties contiennent:

Muriate de potasse 67.
Oxigéné. . . . . 33.

H. *Usages.*

20. On n'a que peu employé le muriate suroxigéné de potasse; son usage pour les arts ne serait pas sans danger, comme corps comburant. On a prétendu que sa dissolution pouvait servir au blanchiment; ce fait n'est pas confirmé.

En chimie, il peut rendre les plus grands services pour l'analyse des matières composées. En médecine, on a commencé à s'en servir comme tonique, fortifiant, antisyphilitique. On assure que sa dissolution guérit les vieux ulcères.

ESPÈCE III. — *Muriate suroxigéné de soude.*

1. On ne connaît presque point encore ce sel; il est seulement certain, d'après les essais de MM. Dolfuz et Gadolin, que cette combinaison a lieu lorsqu'on surcharge une dissolution de carbonate de soude, de gaz acide muriatique oxigéné. Il se forme en même temps du muriate de soude, et il se dégage de l'acide carbonique; preuve que c'est de l'acide muriatique suroxigéné qui se combine avec une partie de la soude. La liqueur évaporée spontanément donne des cristaux prismatiques qui détonnent sur des charbons ardens, et qui précipitent le sulfate de fer en brun. Elle retient toujours un peu d'acide muriatique à nu. On sait encore que l'acide muriatique oxigéné ordinaire et liquide ne s'unit pas à la soude et n'en dégage pas l'acide carbonique; car on vend ce mélange dans quelques manufactures d'acides, et sur-tout à Javelles, pour les blanchissages, et l'on y trouve l'acide oxigéné et la soude isolés et sans combinaison.

ESPÈCE IV. — *Muriate suroxigéné de strontiane.*

1. Aucun auteur moderne n'a encore parlé de ce sel, et aucun chimiste, depuis la découverte de cette terre, ne paraît s'être occupé de sa combinaison muriatique suroxigénée, que tout annonce cependant devoir exister et mériter d'être examinée.

ESPÈCE V. — *Muriate suroxigéné de chaux.*

1. Ayant mis du marbre blanc pur en poudre dans un flacon de Woulfe à moitié rempli d'eau, et ayant fait passer du gaz acide muriatique oxigéné dans cette liqueur, jusqu'à ce qu'il ne se soit plus dégagé d'acide carbonique et que l'effervescence ait cessé, la poudre avait en grande parti disparu. La liqueur avait une saveur piquante, styptique, et cependant un peu douce, une couleur légèrement rougeâtre; elle exhalait de l'acide muriatique oxigéné, et non pas de l'acide suroxigéné. D'ailleurs l'ammoniaque ajoutée à cette dissolution est décomposée, et on retrouve ensuite du muriate de chaux ordinaire, ce qui semble prouver qu'il ne se forme point de muriate suroxigéné de chaux, ou qu'au moins je n'en avais pas obtenu dans cet essai. J'ajouterai encore qu'en évaporant la liqueur on n'en extrait rien qui annonce un véritable composé suroxigéné, et qu'il paraît même qu'une partie de la chaux est élevée en vapeur par l'acide muriatique oxigéné volatilisé pendant l'évaporation. Au reste ce n'est là qu'une tentative fort incomplète, et qui mérite bien d'être poursuivie.

ESPÈCE VI. — *Muriate suroxigéné de magnésie.*

1. Il en est à peu près de la magnésie comme de la craie ou du carbonate calcaire; on ne paraît pas encore avoir réussi à former avec elle un véritable muriate suroxigéné. M. Gadolin, professeur de chimie à Abo, a fait une seule expérience dont M. Dolfuz a donné le détail dans le premier volume des Annales de cette science, année 1789, page 228 à 230. Il résulte de cette description lue attentivement et méditée, qu'il n'y a point eu de véritable combinaison suroxigénée, puisqu'on a obtenu la magnésie à l'état de carbonate par l'évaporation de la liqueur, qui d'ailleurs n'offrait que les pro-

priétés d'une simple dissolution d'acide muriatique oxigéné ; le succès de quelques essais analogues ne m'a rien présenté de plus, de sorte que je n'admets un muriate suroxigéné de magnésie que par analogie, et plutôt pour inviter les chimistes à suivre ce genre de recherches que pour en décrire les propriétés, quoique je sois persuadé qu'on parviendra quelque jour à faire cette combinaison par d'autres moyens que ceux qu'on a employés jusqu'ici.

ESPÈCE VII. — *Muriate suroxigéné de glucine.*

1. On ne sait pas encore si la glucine absorbe à la manière indiquée l'acide muriatique, en favorisant sa suroxigénation. Le citoyen Vauquelin n'a point tenté cette combinaison, que je n'énonce ici que comme possible et vraisemblable, et pour compléter la liste méthodique des composés dont il est question dans ce genre.

ESPÈCE VIII. — *Muriate suroxigéné d'alumine.*

1. On a encore moins de connaissances sur cette espèce que sur les précédentes ; je ne connais aucune expérience qui en annonce la préparation ; mais aussi, dans cette disette de faits, rien ne prouve qu'il n'existe pas, et qu'on ne doive pas le compter au rang des espèces d'un genre neuf de sels qui appellent et réclament l'attention et les recherches des chimistes.

ESPÈCE IX. — *Muriate suroxigéné de zircone.*

1. Il est moins étonnant qu'on n'ait pas encore étudié les propriétés de cette combinaison, puisque la zircone découverte

seulement depuis huit à neuf ans par M. Klaproth, est encore trop rare et trop difficile à se procurer, pour qu'on ait pu examiner beaucoup de ses propriétés. C'est donc pour compléter le système des sels que j'indique celui-ci ; il mérite d'être étudié, à cause des comparaisons qu'il est nécessaire d'établir entre le zircone et les autres bases terreuses salifiables par les acides.

ARTICLE VIII.

GENRE VII.

PHOSPHATES TERREUX ET ALCALINS.

§. Ier.

Des caractères génériques de ces sels.

1. Les phosphates terreux et alcalins, ou les sels formés par la combinaison de l'acide phosphorique avec les terres et les alcalis, n'ont été découverts, dans quelques-unes de leurs espèces, que vers le milieu du dix-huitième siècle. Avant cette époque, on les avait confondus avec les sels marins ou les muriates, et comme on l'a vu, Stahl avait prétendu que l'acide muriatique se convertissait en phosphore. C'est à Margraff et à Pott qu'on en doit la première distinction dans leur examen des sels d'urine, qui, sous le nom de sel *microcosmique*, *sel fusible*, *sel natif d'urine*, présentent réellement deux ou trois des principaux phosphates mélés et unis. Haupt et Schlosser ont ensuite distingué et décrit deux espèces de ces sels qui existent dans celui de l'urine. Chaulnes a donné le moyen de les purifier. Rouelle le cadet, MM. Proust et Westrumb ont examiné avec plus de précision ces mêmes combinaisons salines animales. Schéele a fait connaître le phosphate de chaux formant la base des os ; M. Proust l'a trouvé dans les fossiles ;

M. Klaproth et le citoyen Vauquelin l'ont reconnu dans plusieurs autres pierres prétendues. Lavoisier, Pelletier, les cit. Fourcroy et Vauquelin ont enfin considéré ces sels dans leur ensemble comparé, dans leurs diverses propriétés ; ils ont déterminé leurs attractions réciproques, recherché leurs caractères distinctifs, et rangé leurs espèces dans un ordre méthodique. Ces travaux successifs ont fait voir que ces sels n'étaient point exclusivement contenus dans les matières animales, comme on l'avait d'abord cru, et qu'ils appartenaient à toutes les classes des productions de la nature. L'ensemble de toutes les analyses modernes a enfin permis d'élever en un corps de doctrine l'histoire de ces sels, et de les comprendre au nombre des combinaisons salines bien connues.

2. On sait, depuis ces recherches multipliées, que quelques-uns de ces phosphates existent abondamment parmi les fossiles, que le plus grand nombre se rencontre en dissolution dans les liquides animaux, que plusieurs se trouvent dans les matières végétales, qu'il en est enfin, et c'est encore le plus grand nombre des phosphates, qui, ne s'étant pas encore présentés dans les composés naturels, doivent seulement leur naissance à l'art. Pour les faire, on prend de l'acide phosphorique fabriqué, soit en brûlant rapidement du phosphore sous des cloches pleines de gaz oxigène, soit en l'allumant fondu sous l'eau à l'aide du même gaz, soit en le brûlant par le moyen de l'acide nitrique, et ce dernier procédé est le plus économique, soit enfin en traitant par le même acide, l'acide phosphoreux obtenu par la combustion lente du phosphore ; on unit cet acide phosphorique qui, préparé avec soin par l'un ou par l'autre des procédés indiqués, est exactement de même nature, avec chacune des bases auxquelles on veut le combiner ; on se sert de la simple dissolution lorsqu'on veut opérer des décompositions par la voie humide, ou, ce qui est mieux encore, on évapore ces dissolutions d'une manière convenable ; on en obtient les phosphates séparés, sous forme cristalline, lorsqu'ils

en sont susceptibles, et on les conserve soigneusement dans des vaisseaux bien fermés pour l'usage auquel on les destine. Souvent même pour les phosphates que la nature présente tout faits, sur-tout dans les matières animales, on préfère de les préparer par l'art, parce qu'on a beaucoup de peine à les purifier et à les séparer les uns des autres.

3. Il est peu de propriétés physiques qui, comme on sait, appartiennent à un genre de sels; la plupart sont particulières aux espèces. On observera cependant ici qu'en général les phosphates sont cristallisables, d'une saveur souvent salée, douce et fraîche, assez analogue à celle des muriates, d'une pesanteur assez considérable pour que quelques chimistes aient cru devoir les regarder comme les plus pesans des sels.

4. La lumière ne les altère pas. Ils sont tous fixes au feu, et facilement fusibles en verre, tantôt transparent, tantôt opaque; la plupart exhalent au moment où ils se fondent, ou lorsqu'ils sont en pleine fusion, ou même avant de se fondre, un éclat, une lueur, ou une espèce de flamme phosphorique. C'est sur-tout en les traitant au chalumeau, sur des charbons, que ce caractère se montre, quoiqu'il soit faible en général; par là le plus grand nombre des phosphates ne perdent que de l'eau dans leur fusion et conservent leur nature saline.

5. Aucun phosphate n'est altérable, ni par l'oxigène, ni par l'azote, et ne change par le contact de ces deux corps à l'état de gaz, qui d'ailleurs n'en éprouvent non plus aucune espèce d'altération. Ainsi celle qui leur arrive par le contact de l'air ne peut provenir que de l'eau atmosphérique. Il est des phosphates qui n'y subissent aucun changement. Quelques-autres s'y effleurissent et perdent leur forme cristalline, et d'autres au contraire attirent légèrement l'humidité. Ce caractère variable distingue ces espèces.

6. Quoiqu'un des caractères les plus prononcés de l'acide phosphorique soit, comme on l'a dit dans son histoire, d'être décomposé par l'hidrogène et le carbone chauds ou rouges, et

de céder à ces corps son oxigène de manière à les convertir en eau et en acide carbonique, tandis qu'il se réduit lui-même à l'état de phosphore, quoique la même propriété des acides sulfurique et nitrique les suive en quelque sorte dans les sels qu'ils forment, et y devienne un des meilleurs moyens de distinguer les sulfates et les nitrates, on n'observe point la même chose dans les phosphates; et ce trait, si caractéristique d'ailleurs de l'acide phosphorique isolé, y est en quelque sorte émoussé et même tout-à-fait effacé. Uni à des bases alcalines et terreuses, cet acide perd, dans cette intime liaison, la propriété d'être décomposable par l'hidrogène et le carbone à quelque température qu'on expose les phosphates, et de quelque manière qu'on les traite par ces corps. Il n'y a que le phosphate d'ammoniaque qui semble faire exception à cette règle; mais on verra que ce n'est qu'une illusion ou une anomalie apparente; puisque ce n'est pas comme phosphate ammoniacal, mais bien comme sel décomposé, ayant perdu sa base et réduit à l'état d'acide phosphorique isolé, que cela lui arrive. Le phosphore ne fait pas non plus passer les phosphates à l'état de phosphites : le soufre et les métaux ne les altèrent pas davantage; et, si les derniers éprouvent quelques altérations de la part de ces sels, c'est à leur eau de cristallisation ou de dissolution qu'il faut les attribuer.

7. Les phosphates terreux et alcalins sont ou très-dissolubles ou presqu'entièrement indissolubles. La plupart des premiers le sont plus à l'aide de la chaleur et se cristallisent par le refroidissement. Les seconds sont toujours en poudre dans leur préparation artificielle, quoique la nature, dans ceux qu'elle présente cristallisés, ait manifestement des procédés encore inconnus à l'art, pour les dissoudre.

8. Les oxides métalliques se combinent tous avec les phosphates à l'aide du calorique, et entrent avec eux dans des vitrifications colorées dont on ignore encore les combinaisons ou la nature, mais qui servent souvent de caractères distinctifs aux miné-

ralogistes, et qui sont quelquefois employées dans les arts. C'est à l'aide du chalumeau qu'on reconnaît cette propriété dans les minéraux, et c'est en les chauffant fortement dans des creusets qu'on obtient ces verres phosphatés dans quelques ateliers.

9. Quelques acides, et sur-tout ceux dont les composés salins ont été examinés avant les phosphates, ont une action remarquable sur ce genre de sels. L'acide sulfurique en décompose complétement le plus grand nombre, et seulement une partie de ceux qui peuvent être à l'état d'acidules. L'acide phosphorique s'unit à quelques-uns d'entre eux et les convertit en phosphates acidules. L'acide nitrique les décompose presque tous complétement, et cette action est accompagnée de leur dissolution complète, de sorte que la liqueur, toujours acide, contient des nitrates et de l'acide phosphorique, ou des nitrates et des phosphates acidules pour ceux qu'il ne décompose qu'en partie. Il en est absolument de même de l'acide muriatique. Les acides sulfureux, nitreux, phosphoreux, fluorique, boracique et carbonique n'ont aucune action sur les phosphates dont les bases sont toutes plus fortement attirées par l'acide phosphorique que par ces acides.

10. C'est par la décomposition des phosphates, à l'aide des acides sulfurique, nitrique ou muriatique, que l'on reconnaît souvent et le caractère générique et quelquefois même l'espèce de ces sels; c'est aussi par elle, comme on le verra dans les espèces, qu'on parvient à les analyser avec exactitude et à déterminer la proportion de leurs principes constituans. Comme l'acide phosphorique, une fois mis en liberté, se fait reconnaître par des caractères faciles à saisir autant qu'ils sont certains, quand il est dégagé des phosphates par un des acides, il ne reste plus de doute sur le genre de sel que l'on a examiné.

11. Quoique l'action des bases salifiables soit plus relative à la diversité des espèces qu'aux propriétés du genre des phosphates, il est notable cependant que les terres susceptibles de vitrification s'unissent facilement à ces sels par la fusion, et

forment des espèces de verre ou d'émaux plus ou moins opaques, en entrant ainsi dans de véritables combinaisons triples. Les autres bases se comportent diversement avec les phosphates, suivant la nature et l'attraction particulière qu'elles ont avec l'acide phosphorique.

12. Il en est absolument de même de l'action des divers phosphates sur les sels examinés avant eux : leurs espèces et les caractères qui les distinguent font varier cette action qu'on ne peut spécifier que dans l'histoire de ces espèces mêmes.

13. Les phosphates sont beaucoup plus employés, depuis quelques années, qu'ils ne l'avaient été avant les dernières recherches dont les chimistes modernes se sont occupés. En médecine, il en est qui ont déja acquis une célébrité méritée. La physique animale a beaucoup profité des découvertes qui leur sont relatives. En minéralogie, on se sert avec de grands avantages de plusieurs espèces, comme fondans au chalumeau et propres à faire distinguer les minéraux. En chimie, on les prépare et on les décompose souvent par des opérations plus multipliées aujourd'hui qu'elles ne l'ont jamais été. C'est de quelques espèces de phosphates que l'on tire abondamment le phosphore de l'acide phosphorique, dont on fait maintenant beaucoup plus d'usage qu'on ne l'aurait même soupçonné possible, il y a quelques années.

14. Dans l'état actuel des connaissances chimiques, j'admets quatorze espèces de phosphates terreux et alcalins, que je dispose, les unes par rapport aux autres, de la manière suivante, d'après le rang d'attraction des bases pour l'acide phosphorique.

1°. Phosphate de barite.
2°. Phosphate de strontiane.
3°. Phosphate de chaux.
4°. Phosphate acidule de chaux.
5°. Phosphate de potasse.
6°. Phosphate de soude.

7°. Phosphate d'ammoniaque.
8°. Phosphate de soude et d'ammoniaque.
9°. Phosphate de magnésie.
10°. Phosphate ammoniaco-magnésien.
11°. Phosphate de glucine.
12°. Phosphate d'alumine.
13°. Phosphate de zircone.
14°. Phosphate de silice.

---

§. II.

Des caractères spécifiques des phosphates terreux et alcalins.

ESPÈCE I. — *Phosphate de barite.*

A. *Synonymie ; histoire.*

1. Ce sel, inconnu en chimie il y a quelques années, n'avait reçu aucun nom ; c'est le citoyen Vauquelin qui en a le premier parlé, et je ne connais que lui encore qui en ait traité *ex professo* dans ses leçons à l'école polytechnique.

B. *Propriétés physiques.*

2. Il est sous la forme de poussière blanche lourde et insipide, sans aucune apparence de cristallisation. On ne le connaît pas dans la nature, quoiqu'il soit très-vraisemblable qu'il existe parmi les fossiles.

C. *Préparation.*

3. On le prépare de deux manières, ou en unissant directement la barite ou le carbonate de barite avec l'acide phosphorique, ou en précipitant une dissolution de nitrate ou de muriate de barite par un phosphate alcalin qui en opère la

décomposition en éprouvant la sienne propre, à l'aide des attractions électives doubles; le phosphate de barite se précipite au fond des dissolutions mêlées. Ce dernier procédé est préférable au premier qui ne donne jamais ce sel bien pur.

D. *Action du calorique.*

4. Le phosphate de barite est fusible à une haute température. Il donne, sans se décomposer, une fritte vitreuse ou un émail gris. Chauffé au chalumeau sur du charbon, il répand une flamme jaune phosphorique. Les globules vitreux qu'il forme deviennent opaques en refroidissant.

E. *Action de l'air.*

5. Il est entièrement inaltérable à l'air, et y reste pulvérulent.

F. *Action de l'eau.*

6. Il est complétement indissoluble dans l'eau, quelles que soient sa qualité et sa température.

G. *Décomposition.*

7. Parfaitement inaltérable par les corps combustibles et les bases diverses, il ne peut être décomposé que par l'acide sulfurique qui en dégage l'acide phosphorique en changeant sa base en sulfate de barite insoluble, et par les acides nitrique et muriatique qui le dissolvent tout entier à cause de la dissolubilité des nitrate et muriate de barite. L'acide phosphorique ne le rend pas plus soluble dans l'eau qu'il ne l'est, non plus qu'aucun autre acide pris dans la classe de ceux qui ne le décomposent pas. On ne connaît pas encore la proportion de ses principes constituans.

H. *Usages.*

8. On n'a encore employé le phosphate de barite à aucun

usage ; on peut s'en servir pour purifier l'acide phosphorique extrait du sulfate de chaux et séparer le sulfate de chaux, ou l'acide qu'il peut contenir.

ESPÈCE II. — *Phosphate de strontiane.*

A. *Synonymie ; histoire.*

1. Il ne peut avoir de synonymes puisqu'il n'a été reconnu qu'en nivose de l'an 6, (décembre 1797) par quelques notions qu'en a données le citoyen Vauquelin, dans un mémoire lu à l'Institut, à l'occasion du sulfate natif de strontiane, de Beuvron, département de la Meurthe, et trouvé depuis, assez abondamment, à Montmartre près Paris ; c'est la seule fois encore qu'on a parlé de ce sel.

B. *Propriétés physiques.*

2. Il est sous la forme de poudre blanche comme le précédent : cependant il paraît qu'il peut prendre l'état cristallin, puisqu'il est dissoluble dans un excès d'acide. Il n'a point de saveur. Il y a lieu de croire qu'il existe dans la nature, quoiqu'on ne l'y ait pas encore trouvé.

C. *Préparation.*

3. Comme le phosphate de barite, on peut préparer celui de strontiane par deux principaux moyens ; l'un est d'unir la strontiane à l'acide phosphorique, l'autre de mêler les dissolutions de nitrate et de muriate de strontiane avec celles de phosphates alcalins ; il se précipite du phosphate de strontiane pur, tandis qu'on n'est pas assuré de la pureté de celui qui est préparé par le premier procédé.

D. *Action du calorique.*

4. Le phosphate de strontiane se fond au chalumeau en un

émail blanc, et répand, lorsqu'il est en pleine fusion, sur le charbon qui lui sert de support, une lueur phosphorique purpurine, qui peut servir à le caractériser.

E. *Action de l'air.*

5. Il paraît parfaitement inaltérable à l'air.

F. *Action de l'eau.*

6. Il est complétement indissoluble, à moins qu'on n'aide sa dissolution par l'acide phosphorique; ce qui le distingue du phosphate de barite qui n'est pas de même dissoluble dans son acide.

G. *Décomposition; proportions.*

7. Indécomposable par les corps combustibles et par toutes les bases, excepté la barite, on le décompose entièrement par l'acide sulfurique seulement. Les acides nitrique et muriatique ne le décomposant que jusqu'à l'état de phosphate acide de strontiane, cette différence d'avec le phosphate de barite vient manifestément de la propriété qu'a la strontiane de former un phosphate acidule, propriété dont ne jouit pas le précédent.

8. En effet, l'acide phosphorique le dissout très-bien et le rend dissoluble dans l'eau, comme le phosphate de chaux, dont il diffère cependant en ce que celui-ci est de même décomposable en acidule par l'acide sulfurique, tandis que cet acide décompose entièrement le phosphate de strontiane, ce qui vient de la grande attraction de cette terre pour l'acide du soufre, et de la non-dissolubilité du sulfate de strontiane par cet acide, qui rend au contraire le sulfate de chaux dissoluble.

9. Le citoyen Vauquelin a trouvé que cent parties de phosphate de strontiane contenaient :

De strontiane. . . . . 58,76.
D'acide phosphorique. 41,24.

H. *Usages.*

10. Il n'est pas étonnant qu'un sel inconnu jusqu'à ce jour soit encore sans usage.

ESPÈCE III. — *Phosphate de chaux.*

A. *Synonymie ; histoire.*

1. Le phosphate de chaux, qu'on a nommé d'abord *sel phosphorique calcaire*, est une des plus intéressantes découvertes de la chimie moderne. Il était resté inconnu pendant tous les siècles précédens et caché en quelque sorte dans nos os, lorsqu'en 1774, Schéele et Gahn, chimistes Suédois, l'ont trouvé dans ces organes solides, et en formant la base qu'on avait jusque-là confondue avec des terres absorbantes. Il faut savoir qu'avant cette époque on admettait diverses espèces de terres absorbantes, qu'on avait cependant déja inutilement cherché à les distinguer et à les caractériser par des différences trop vaguement énoncées, et que cette fausse dénomination tenait manifestement à l'ignorance où l'on était sur leur nature comparée, et notamment sur celle de la terre des os. Schéele et Gahn prouvèrent qu'en dissolvant les os, calcinés ou non, dans l'acide nitrique, on formait du nitrate de chaux et on mettait de l'acide phosphorique à nu, ce qui faisait que cette dissolution était toujours acide. Le nouveau procédé d'extraire le phosphore des os, par la suite de cette décomposition, procédé beaucoup plus simple et beaucoup plus économique que celui de l'urine, qu'on avait seul possédé jusque-là, réveilla le zèle des chimistes et ils travaillèrent à l'envi sur les os, conséquemment ils découvrirent plusieurs propriétés du phosphate calcaire. Le cit. Nicolas de Nancy, Pelletier, Berniard, Bullion, en France, M. Westrumb et plusieurs autres chimistes en Alle-

magne, Bonvoisin à Turin, Tennant, Pearson et quelques autres en Angleterre, multiplièrent les recherches et les expériences.

Les citoyens Berthollet et Fourcroy confirmèrent la découverte de Schéele sur la présence du phosphate de chaux dans l'urine de l'homme ; ils le trouvèrent de plus dans le lait, le sang, les muscles, le bouillon, etc. M. Proust a trouvé le même sel parmi les fossiles de l'Estramadure. M. Klaproth fit voir que la prétendue pierre nommée apatite par Werner, n'était que du phosphate de chaux. Le citoyen Vauquelin a prouvé en frimaire de l'an 6 (novembre 1797), que la chrysolite des joailliers était aussi du phosphate calcaire. Enfin ce dernier chimiste et moi, nous avons examiné avec le plus grand soin et dans le plus grand détail le phosphate de chaux, et nous avons fait voir qu'on ne l'avait point encore exactement connu. Toutes les recherches dont on vient de parler, réunies, rendent l'histoire du phosphate de chaux une des plus complètes, et une des plus exactes qui existent parmi celles des matières salines.

B. *Propriétés physiques ; histoire naturelle.*

2. Le phosphate de chaux n'est jamais sous une forme régulière que parmi les minéraux. Le citoyen Haüy a trouvé que sa forme primitive était le prisme hexaèdre régulier, et celle de sa molécule intégrante le prisme triangulaire équilatéral ; il en décrit quatre variétés ; savoir,

a. Phosphate calcaire primitif. Apatite de Werner.

b. Phosphate calcaire pyramidé (ci-devant chrysolite) : deux pyramides droites hexaèdres, séparées par un prisme. Ce cristal que l'on rangeait parmi les gemmes était nommé chrysolite des joailliers à cause de sa couleur jaune dorée, et de l'emploi qu'on en faisait dans la joaillerie. Le citoyen Vauquelin a prétendu que cette prétendue gemme était un véritable phosphate de chaux natif, et le citoyen Haüy a trouvé des rapports

essentiels entre la forme de la chrysolite et celle de l'apatite de Werner.

c. Phosphate calcaire péridodécaèdre. Prisme à douze pans alternativement larges et étroits. Variété de l'apatite.

d. Phosphate calcaire annulaire. Prisme hexaèdre ayant de part et d'autre six facettes disposées comme en anneau autour de la base. Autre variété de l'apatite.

On peut y joindre deux autres variétés non cristallisées.

e. Phosphate calcaire amorphe. C'est celui de l'Estramadure qui est opaque, lamelleux et d'apparence spathique.

f. Phosphate calcaire pulvérulent. Terre phosphorique de Marmarosch en Hongrie, que Pelletier a reconnue, par l'analyse, pour un mélange de phosphate de chaux et de fluate de chaux.

3. Outre ces variétés du phosphate de chaux fossile, les chimistes, depuis 1774, savent que les os de l'homme, des mammifères ou quadrupèdes, des oiseaux, des amphibies et des poissons, sont en grande partie composés d'acide phosphorique et de chaux, et que c'est ce phosphate calcaire osseux que les acides dissolvent et décomposent lorsqu'on laisse tremper et ramollir les os dans ces agens, ou lorsqu'on les traite par ces mêmes réactifs, après leur calcination et la combustion complète de leur matière animale gélatineuse.

4. On a également trouvé le phosphate de chaux dans presque toutes les liqueurs animales, dans un grand nombre de concrétions morbifiques, dans celles sur-tout qu'on nomme des ossifications et presque toutes les indurations ou les calculs formés dans les régions du corps des animaux, même dans les reins et la vessie de l'homme, où on les a crus à tort constamment d'une nature particulière ou toujours différente. On ne peut douter que ce sel ne joue un grand rôle dans les phénomènes de l'économie animale; il sort par la peau ou avec les excrémens solides des animaux qui ne le contiennent pas dans leur urine.

5. Enfin les cendres de plusieurs végétaux contiennent aussi ce sel qui paraît extrêmement répandu dans la nature ; il se trouve abondamment dans celles que donnent les composés organiques.

C. *Préparation.*

6. De tous les phosphates, c'est celui des os des animaux qu'on emploie le plus communément, parce qu'on se le procure très-facilement et à peu de frais. Pour l'en extraire et l'avoir assez pur, on calcine à blanc les os, on les réduit en poussière fine, on la lessive avec beaucoup d'eau pour en séparer un peu de carbonate de soude qui s'y rencontre presque toujours, et quelques autres sels solubles, sur-tout du phosphate et du muriate de soude qui peuvent s'y trouver. On a ainsi ce sel sous la forme d'une poussière blanche insipide, qui contient encore après cette lessive un peu de carbonate de chaux ; on l'extrait à l'aide de l'acide du vinaigre affaibli, ou même de l'acide carbonique, en ayant soin de bien enlever l'un et l'autre par un lavage à grande eau fait avec soin. Après ce travail, la matière solide des os se trouve réduite à l'état de phosphate de chaux pur, sans saveur, sans propriété d'altérer les couleurs bleues, ni de faire effervescence avec les acides.

D. *Action du calorique.*

7. Le phosphate de chaux est extrêmement difficile à fondre ; cependant à un grand feu, comme à celui des verreries, etc. il se ramollit, et prend la demi-transparence et le grain d'une porcelaine ; c'est ce qui arrive aux os qu'on calcine fortement et long temps. On observe aussi, dans le traitement des os par le feu, qu'ils exhalent souvent une lueur phosphorique, ou même une flamme jaunâtre assez forte ; on a coutume d'attribuer ce phénomène à la décomposition du phosphate de chaux, mais il est dû bien plutôt à du phosphate d'ammoniaque contenu entre les lames solides ou dans la partie

gélatineuse des os, ainsi que dans les liqueurs dont ils sont imprégnés. On ne voit rien de semblable dans le phosphate des os calcinés et lavés, qu'on traite au chalumeau et qui ne se fond qu'avec la plus grande difficulté en un globule opaque et gris. Le feu ne décompose donc pas le phosphate de chaux bien pur.

E. *Action de l'air.*

8. Ce sel est parfaitement inaltérable à l'air.

F. *Action de l'eau.*

9. Il est tout-à-fait indissoluble dans l'eau; cependant, quand il est bien calciné, il fait une espèce de pâte avec ce liquide, comme on le voit dans la fabrication des coupelles. La nature a des moyens de dissoudre le phosphate de chaux dans l'eau, puisqu'elle le dépose en couches spathiques, en cristaux réguliers et transparens.

G. *Décomposition; proportions.*

10. Beaucoup d'acides décomposent le phosphate de chaux sur lequel aucun corps combustible n'a d'action; mais les acides n'en séparent pas toute la base, ils en laissent une partie unie à l'acide phosphorique qu'ils dégagent, comme on le voit spécialement pour les acides sulfurique, nitrique, muriatique, fluorique, et même pour plusieurs acides végétaux. Comme cette décomposition partielle mérite d'être bien connue, puisque l'on s'en sert pour la préparation du phosphore qui n'est pas encore à beaucoup près portée à sa perfection, et qui est accompagnée de beaucoup de perte, il est nécessaire d'en faire bien concevoir ici le mécanisme, en donnant le résultat du travail qui m'est commun avec le citoyen Vauquelin sur cet objet.

11. On sait que pour obtenir aujourd'hui le phosphore,

on mêle les os, calcinés au blanc et pulvérisés, avec quatre parties d'eau et une demi-partie ou un peu plus d'acide sulfurique concentré ; on agite beaucoup le mélange ; on le laisse séjourner vingt-quatre ou trente-six heures ; on tire la liqueur à clair ; on lave le marc à plusieurs reprises, jusqu'à ce que l'eau sorte sans saveur ; on évapore ces eaux mêlées avec la première liqueur dans des chaudières de cuivre ou de plomb ; on décante la liqueur de dessus un dépôt de sulfate de chaux qui s'y forme à mesure qu'elle se concentre ; on continue à faire évaporer jusqu'à la consistance de miel ; on calcine ou plutôt on dessèche cet acide mêlé avec le quart de son poids de charbon pour en séparer la plus grande partie de l'humidité, et on le distille ensuite dans une bonne cornue de grais qu'on chauffe par degrés jusqu'à forte incandescence et à laquelle on adapte un récipient aux trois quarts rempli d'eau dans laquelle doit plonger le bec de la cornue ; il passe du gaz hidrogène et du gaz acide carbonique ; au bout de quelque temps le premier entraîne en dissolution vaporeuse du phosphore qui lui donne la propriété de luire dans l'obscurité, et de se dissoudre en partie dans l'eau, qui conserve quelque temps aussi la qualité lumineuse par son agitation dans l'air. Le phosphore passe ensuite en gouttes semblables à de l'huile qui se condensent dans l'eau du récipient.

12. On avait cru, jusqu'aux recherches dont on vient de parler, que l'acide sulfurique décomposait en entier le phosphate calcaire des os calcinés, qu'il en séparait et en mettait à nu tout l'acide phosphorique, qu'il leur enlevait toute la chaux, et qu'on obtenait ainsi tout le phosphore de cet acide, traité avec le charbon. Mais en examinant avec soin cette opération, nous nous sommes convaincus, le citoyen Vauquelin et moi, qu'on ne décomposait pas totalement le phosphate calcaire par le procédé indiqué ; que c'était pour cela que l'acide phosphorique qu'il fournissait prenait la forme d'écailles bril-

lantes et micacées par l'évaporation, tandis que l'acide phosphorique pur, obtenu par la combustion rapide du phosphore, ne prend jamais cette forme écailleuse, mais celle de gelée quand on le concentre au feu ; qu'après avoir distillé, avec le charbon, l'acide phosphorique extrait des os par le moyen dont il est question, et en avoir retiré tout le phosphore qu'il pouvait donner, on retrouvait encore dans le résidu une portion assez considérable de phosphate de chaux, qu'on devait encore traiter par de nouvel acide sulfurique pour en extraire une nouvelle dose d'acide phosphorique ; que cela venait de ce que l'acide sulfurique laissait du phosphate de chaux dissous dans l'acide phosphorique déja mis à nu, devenu avec lui un sel nouveau inconnu jusque là, du phosphate acidule de chaux indécomposable par les acides, et de ce que le charbon ne faisait passer à l'état de phosphore que la partie d'acide phosphorique libre contenu dans ce phosphate acidule de chaux.

13. Les acides nitrique, muriatique, fluorique et même quelques acides végétaux agissent de la même manière sur le phosphate calcaire des os, et le font passer à l'état de phosphate acidule. C'est pour cela que l'acide phosphorique décompose en partie les sulfate, nitrate et muriate de chaux, et devient du phosphate acidule ; et c'est ce que prouve encore la dissolubilité du phosphate de chaux dans l'acide phosphorique, qui le fait passer à l'état de phosphate acidule calcaire tel qu'il est dans l'urine humaine. On reviendra sur cela dans l'examen de l'espèce suivante.

14. Les acides qui décomposent le phosphate de chaux ne lui enlèvent que les 0,40 de la chaux qu'il contient, et ne mettent à nu ou ne séparent de ce sel que moins de la moitié de l'acide phosphorique qu'il recèle. Cent parties de ce sel, traités par les acides, donnent 0,33 de phosphate acidule de chaux, contenant seulement 0,17 d'acide phosphorique à nu sur les 0,41 de cet acide qui existent dans ces cent parties

de phosphate de chaux, en sorte que, par la distillation de ce sel avec le charbon, on n'obtient que près de 0,05 de phosphore, au lieu de 0,16 qui existent réellement dans les cent parties de base des os. D'après ces faits, nous avons proposé l'emploi de plusieurs agens pour perfectionner l'extraction du phosphore, et améliorer l'opération, comme je l'exposerai dans l'histoire du phosphate acidule de chaux.

15. Aucune base, excepté la barite et la strontiane, ne peuvent décomposer le phosphate de chaux; il n'agit bien sensiblement sur aucun sel neutre.

16. Cent parties de phosphate de chaux contiennent, suivant l'analyse des citoyens Fourcroy et Vauquelin :

Acide phosphorique . . . 41.
Chaux . . . . . 59.

H. *Usages.*

17. Le phosphate de chaux, sans parler des usages des os entiers mais seulement de leur base saline terreuse obtenue par la calcination, est très-utile en chimie pour extraire l'acide phosphorique avec lequel on prépare ensuite plusieurs autres combinaisons, et d'où on tire spécialement le phosphore. On l'emploie en nature pour faire des coupelles, pour polir les métaux, les gemmes taillées, pour enlever les graisses de dessus les étoffes, les linges, les papiers, pour absorber des liquides, etc. En médecine, on commence à le prescrire dans le rachitis, etc. pour diminuer les effets des acides qui ramollissent les os, etc.

ESPÈCE IV. — *Phosphate acide de chaux.*

A. *Synonymie; histoire.*

1. On ne connaissait point, il y a quelques années, ce

que je nomme ici le phosphate acide de chaux ; Schéele avait bien remarqué que la terre saline des os était dissoute par un acide dans l'urine humaine ; mais il n'avait point dit que cette union entre l'acide phosphorique et le phosphate osseux fut une espèce de sel permanent, particulier, différent de ce dernier. C'est en 1795, 3e. année de la République, que je l'ai découverte avec le citoyen Vauquelin, dans un travail suivi sur les matières osseuses, en prouvant que le phosphate calcaire, qui en constitue la base solide, n'est qu'en partie décomposable par les acides, et que la portion d'acide phosphorique séparée retient en dissolution une portion de phosphate de chaux qu'elle garantit alors de toute altération successive par les acides étrangers au sien.

B. *Propriétés physiques ; histoire naturelle.*

2. Le phosphate acide de chaux se cristallise en petits filets soyeux ou en lames brillantes, micacées, nacrées, qui se collent ensemble et qui prennent par leur réunion la forme mielleuse ou presque glutineuse. Il a une saveur aigre très-marquée. La nature le présente dans l'urine humaine d'où on le précipite en phosphate de chaux par les alcalis purs, d'où il se dépose même spontanément, et aussi en phosphate de chaux à mesure que l'ammoniaque, qui se forme si promptement dans cette liqueur excrémentitielle, sature l'acide phosphorique qui le constituait acide. Il est vraisemblable que c'est par le même mécanisme qu'il se dépose dans les concrétions morbifiques, et qu'enlevé aux os par un acide surabondant quelqu'il soit, il se sépare autour de divers organes, en y rencontrant un peu de soude ou d'ammoniaque qui le précipite en phosphate de chaux neutre.

C. *Préparation.*

3. On le fait artificiellement, soit en décomposant partiel-

lement le phosphate calcaire des os par les acides sulfurique, nitrique ou muriatique, soit en dissolvant ce sel dans l'acide phosphorique immédiatement. Ce dernier procédé est même préférable à tous les autres, comme plus prompt et plus sur. Quand l'acide phosphorique a dissous tout ce qu'il peut dissoudre du phosphate de chaux, il est à l'état d'acidule pur et parfait.

D. *Action du calorique.*

4. Le phosphate acide de chaux, contenant une quantité notable d'eau de cristallisation, se ramollit et se liquéfie d'abord au feu; il se boursouffle et se dessèche ensuite; en augmentant beaucoup la température, il éprouve la fusion ignée, et donne un verre transparent, s'il est bien fondu, et en partie opaque, si la fusion n'a point été complète. Dans cet état, son verre (car il a la forme et la transparence vitreuses) est insipide et indissoluble; il reste sans altération à l'air.

E. *Action de l'air.*

5. Il attire légèrement l'humidité de l'air, lorsqu'on l'y expose en cristaux soyeux, en lames nacrées, ou en magma, sans l'avoir fait fondre auparavant; il diffère beaucoup en cela du phosphate de chaux neutre qui est parfaitement inaltérable à l'air.

F. *Action de l'eau.*

6. Il se dissout dans l'eau avec refroidissement, tandis que le phosphate de chaux neutre est entièrement indissoluble. L'eau bouillante en dissout même davantage que la froide. Il se cristallise par le refroidissement, lorsque la liqueur, sur-tout, est suffisamment évaporée.

G. *Décomposition; proportion des principes.*

Le phosphate acide de chaux diffère sur-tout du phos-

phate de chaux et des autres phosphates libres, par la propriété qu'il a de donner du phosphore avec le charbon ; ce produit est dû à la portion d'acide phosphorique libre qui y est contenue au-delà de l'état de phosphate de chaux neutre; ce n'est même que cette portion qui fournit du phosphore dans l'opération par laquelle on le prépare en décomposant les os par l'acide sulfurique. Lorsqu'on a extrait le phosphore par ce procédé, le résidu contient du phosphate de chaux neutre.

8. Les acides n'agissent point sur le phosphate acide de chaux, et l'adhérence de l'acide phosphorique à la portion du phosphate de chaux à laquelle il est uni dans le phosphate acidule, suffit pour l'empêcher d'être décomposé par les autres acides, qui, comme on l'a vu, ne décomposent le phosphate neutre que jusqu'à ce qu'il soit parvenu à l'état de phosphate acidule ; ainsi l'acide phosphorique est assez attiré par le phosphate de chaux dans le phosphate acidule, pour le défendre de l'action des autres acides, mais pas assez pour résister à l'action décomposante qu'exerce sur lui le carbone lorsqu'il est très-chaud.

9. Toutes les bases terreuses et alcalines, même celles qui ont moins d'attraction que la chaux pour l'acide phosphorique, ont cependant plus d'attraction pour cet acide qu'il n'en a lui-même pour le phosphate de chaux ; aussi séparent-elles ce dernier et le précipitent-elles en s'unissant à l'acide phosphorique en partie libre, et en le saturant. La chaux elle-même, en absorbant cet acide phosphorique, le précipite tout entier en phosphate de chaux neutre et indissoluble. Aussi obtient-on un dépôt considérable en versant de l'eau de chaux dans une dissolution de phosphate acide de chaux ; et ce dépôt est-il beaucoup plus abondant que celui qu'on obtient par les alcalis et l'ammoniaque, parce qu'en effet, outre le phosphate de chaux contenu dans ce sel acidule, qui se précipite seul par les derniers, il s'en sépare une

seconde portion formée par la chaux ajoutée et l'acide que connait l'acidule ; c'est pour cela que l'ammoniaque donne bien moins de précipité avec l'urine humaine, que n'en donne l'eau de chaux.

10. Le phosphate acide de chaux réagit sur plusieurs sels d'une manière qui n'est pas encore connue ; il n'a aucune action sur le phosphate de chaux.

11. L'analyse exacte de ce sel fournit les proportions suivantes dans ses composans :

Chaux . . . . . 46.
Acide phosphorique . . . 54.

H. *Usages.*

12. Le phosphate acide de chaux n'est pas encore d'usage. C'est en quelque sorte par erreur, mais par une erreur née des circonstances de la décomposition difficile du phosphate de chaux par les acides, qu'on n'emploie ordinairement que le phosphate acide de chaux pour obtenir le phosphore. On verra par la suite les moyens de corriger cette erreur et d'obtenir conséquemment treize à quinze parties de phosphore sur cent parties d'os calcinés, au lieu de quatre ou cinq parties qu'on en a seulement obtenue jusqu'ici.

ESPÈCE V. — *Phosphate de potasse.*

A. *Synonymie ; histoire.*

1. Le phosphate de potasse a été décrit et annoncé pour la première fois par Lavoisier en 1774. Depuis, le citoyen Vauquelin l'a examiné avec plus de soin encore, et il est aujourd'hui assez exactement connu.

B. *Propriétés physiques.*

2. Bien différent des sels précédens, il est presque toujours

sous la forme de gelée au lieu de prendre celle de cristaux; il a une saveur salée douceâtre : on ne le connaît pas dans la nature.

C. *Préparation.*

3. On le fait artificiellement, en combinant directement l'acide phosphorique pur avec la potasse, et en évaporant la combinaison pour avoir le sel dans un état de concentration.

D. *Action du feu.*

4. Il se ramollit et coule très-vite par la fusion aqueuse; ensuite il se boursouffle et se dessèche, puis, à une température beaucoup plus élevée, il se fond en verre transparent, non acide et déliquescent. Au chalumeau, on l'obtient en globule vitreux transparent.

E. *Action de l'air.*

5. Le phosphate de potasse attire l'humidité de l'air, et se résout en une liqueur épaisse et visqueuse.

F. *Action de l'eau.*

6. Il est très-dissoluble dans l'eau, et pas plus sensiblement dans la chaude que dans la froide. On ne peut pas estimer sa dissolubilité exactement, puisqu'il se ramollit et devient gélatineux pour la plus petite quantité d'eau qu'on y ajoute; on ne peut pas non plus en faire cristalliser la dissolution.

G. *Décomposition.*

7. Aucun corps combustible n'a d'action sur le phosphate de potasse, et, quelque fortement qu'on le chauffe avec le charbon, on n'en extrait jamais de phosphore; preuve que, malgré sa forme gélatineuse, l'attraction de l'acide phosphorique avec la potasse est trop forte pour que le carbone puisse le décomposer dans cette combinaison intime.

8. Les acides sulfurique, nitrique et muriatique le décomposent bien, lui enlèvent la potasse, et mettent son acide phosphorique en liberté.

9. Parmi les bases, la barite, la strontiane et la chaux ont plus d'attraction pour l'acide phosphorique que n'en a la potasse, et décomposent la dissolution de ce sel en y formant des phosphates terreux qui se précipitent comme insolubles. Il est douteux si la soude ne le décompose pas aussi; ce qui seroit une exception singulière, puisque tous les acides ont généralement une attraction plus forte pour la potasse que pour la soude.

10. Il décompose tous les nitrates et muriates terreux, même ceux à base de barite et de strontiane, par double attraction, et l'on a vu qu'on pouvoit préparer, à l'aide de cette décomposition, des phosphates de barite et de strontiane, qui se déposent en poussière.

11. On ne connaît pas encore la proportion de ses principes constituans.

H. *Usages.*

12. Le phosphate de potasse n'est encore employé à aucun usage; il pourrait servir a la soudure, et il n'y a presque pas de doute qu'il ne soit très-purgatif, comme le phosphate de soude.

ESPÈCE VI. — *Phosphate de Soude.*

A. *Synonymie; histoire.*

1. Le phosphate de soude a été le premier découvert des sels de ce genre, quoiqu'il ait été long temps un objet de recherches et de travaux pour les chimistes avant qu'on eut déterminé sa véritable nature. Margraff l'a dégagé le premier de l'urine humaine, d'abord mêlé et même combiné en sel

triple avec le phosphate d'ammoniaque sous le nom de *sel fusible* ou *microcosmique;* ensuite seul en lessivant le résidu de la distillation du sel fusible entier avec le charbon, après en avoir obtenu le phosphore : il n'a pas pu reconnaître ses principales propriétés et sa composition. Haupt l'a mieux séparé et distingué sous les noms de *sel perlé*, de *sel admirable perlé* à cause de la forme qu'il lui avait vu prendre, en purifiant le sel fusible entier de l'urine par des lessives et des cristallisations soignées; il en a déterminé la forme et quelques propriétés différentes de celles du phosphate d'ammoniaque.

Rouelle le cadet y a reconnu ensuite la soude comme un de ses principes.

M. Proust l'a considéré comme une substance nouvelle, particulière aux matières animales, et sur laquelle il avait promis de s'expliquer plus qu'il n'avait d'abord fait. Bergman l'avait regardé comme un acide *sui generis*, qu'il avait désigné sous le nom *d'acide perlé*. Le cit. Guyton avait adopté cette considération; mais M. Westrumb a bientôt prouvé qu'il était composé d'acide phosphorique et de soude. Quelques années après, M. Pearson, chimiste anglais, l'a employé comme purgatif; et depuis, les chimistes français qui l'ont préparé en grand, sur-tout les citoyens Pelletier et Vauquelin, en ont déterminé plus exactement encore les propriétés.

B. *Propriétés physiques; histoire naturelle.*

2. Le phosphate de soude se cristallise en rhomboïdes allongés, dont les angles sont souvent tronqués; quelquefois il donne des prismes rhomboïdaux et plusieurs autres variétés de figure. Pour lui faire prendre une forme bien régulière, il faut que sa dissolution contienne un petit excès de soude. Aussi verdit-il le sirop de violettes; il a une saveur salée assez douce et nullement amère, qui a donné l'idée heureuse de l'employer en médecine comme purgatif.

3. On le trouve assez abondamment dans les liqueurs ani-

males, et sur-tout dans l'urine humaine, dans les eaux des hydropiques, dans le sérum du sang. On ne le connaît encore ni dans les végétaux, ni dans les minéraux, quoiqu'il soit très-vraisemblable qu'il y existe.

C. *Préparation ; purification.*

4. Quoiqu'on puisse le tirer de l'urine de l'homme, comme il y est mélangé et même combiné en sel triple avec le phosphate d'ammoniaque, dont il est fort difficile de le séparer, il est plus avantageux de le préparer artificiellement. Dans les pharmacies, on le fabrique en saturant le phosphate acide liquide obtenu des os calcinés par l'acide sulfurique, avec le carbonate de soude qu'on a soin de mettre en excès ; on filtre la dissolution qui précipite du carbonate et un peu de phosphate de chaux. On évapore la liqueur jusqu'à légère pellicule, et le phosphate de soude se cristallise par le refroidissement. On peut encore l'obtenir en chimie par l'union immédiate de l'acide phosphorique provenant de la combustion du phosphore et de la soude qu'on ajoute en excès.

D. *Action du calorique.*

5. Le phosphate de soude se fond aisément en raison de son eau de cristallisation ; sa fusion aqueuse est bientôt accompagnée de boursoufflement par l'eau qui s'évapore ; ce sel se dessèche, et lorsqu'on le fait rougir, il se fond ou plutôt se vitrifie et donne en refroidissant un verre blanc de lait. Au chalumeau sur le charbon, après avoir coulé, il se dessèche, puis se fond en un globule bien transparent quand il est chaud, devenant opaque en refroidissant et prenant aussi une forme polyèdrique à sa surface, au moment où il se fige. On retrouvera cette propriété dans des phosphates métalliques, et sur-tout dans celui de plomb. Ce sel n'est ni volatil, ni

décomposable par le feu. On lui rend sa première forme en le faisant dissoudre et cristalliser.

E. *Action de l'air.*

6. Exposé à l'air, il s'effleurit assez promptement, se couvre d'un enduit ou d'une poussière blanche qui ne pénètre pas dans l'intérieur, et qui le conserve au-dessous avec sa transparence et sa forme. C'est donc une efflorescence limitée à sa seule surface.

F. *Action de l'eau.*

7. Le phosphate de soude est très-dissoluble dans l'eau ; il ne faut que quatre parties d'eau à dix degrés pour le dissoudre ; l'eau bouillante en prend plus de la moitié de son poids, de sorte qu'il se cristallise très-bien et très-facilement par le refroidissement de sa dissolution saturée, pourvu, comme on l'a dit, qu'il y ait un peu de soude libre dans la liqueur, précaution qu'on doit toujours prendre pour obtenir une belle cristallisation.

G. *Décomposition.*

8. Aucune matière combustible n'a d'action sur ce sel ; aucune ne peut enlever à son acide l'oxigène qu'il contient et en séparer du phosphore. C'est pour cela qu'il a été long temps méconnu par Margraff, Haupt et jusqu'à M. Westrumb. On ne pouvait pas se figurer qu'un sel contenant l'acide phosphorique ne donnât pas du phosphore, en le chauffant avec le charbon. Cette propriété bien constatée, et le même phénomène bien vérifié dans le phosphate de chaux, m'ont conduit à la regarder comme formant un des principaux et des plus remarquables caractères de ce genre de sels.

9. Comme il est parfaitement inaltérable par les métaux et qu'il ne les altère pas davantage, il ne fait qu'entretenir leur surface dans toute sa pureté, son brillant et son éclat mé-

tallique, y conserver le calorique, en maintenir la température élevée, et conséquemment favoriser leur alliage et la soudure.

10. Il s'unit facilement avec les oxides métalliques, et entre avec eux dans des vitrifications colorées qui peuvent même servir à faire reconnaître et à caractériser ces oxides. Peut-être même quelques-uns sont-ils susceptibles de le décomposer, d'en absorber au moins une partie de l'acide, et de mettre par conséquent une partie de sa base à nu.

11. Les acides sulfurique, nitrique et muriatique le décomposent, mais jamais complétement, et le font passer à l'état de phosphate acide de soude. Aussi l'acide phosphorique lui-même y adhère-t-il assez fortement. Par cette *acidulation*, il devient plus dissoluble, plus difficile à faire cristalliser, il se prend facilement en masse, composée de petits filets mous, ductiles et brillans qui imitent assez l'acide boracique. C'est dans cet état que M. Proust l'a pris pour une substance particulière et nouvelle, que Haupt l'avait nommé *sel perlé*, et que Bergman l'avait regardé comme un acide nouveau qu'il désignait sous le même nom que Haupt, tandis que le cit. Guyton, pour exprimer son origine qu'on croyait alors exclusive dans l'urine, l'avait nommé *acide ourétique*. Je n'ai point fait une espèce distincte de ce phosphate acide de soude, afin de ne pas trop multiplier le nombre des sels, et parce qu'il ne présente pas le même intérêt pour les progrès de l'art et le perfectionnement de l'opération de l'extraction du phosphore, que le phosphate acidule de chaux. C'est la même cause qui m'a empêché d'admettre aussi un phosphate acide de strontiane, moins marqué et moins prononcé à la vérité que celui-ci.

12. La silice, l'alumine et la zircone, la plupart des terres même sont susceptibles d'être vitrifiées par le phosphate de soude, qui entre tout entier dans ces compositions vitreuses; il en est de même des pierres formées par la combinaison

réciproque de ces terres ; et c'est pour cela qu'on emploie si fréquemment et si utilement le phosphate de soude dans les essais minéralogiques et lithologiques au chalumeau.

13. La barite, la strontiane et la chaux décomposent ce sel, et en précipitent la dissolution en phosphates terreux, en laissant à nu la soude dans les liqueurs qui les surnagent. On n'est pas aussi sur de sa décomposition par la potasse, et il semble, comme je l'ai déja dit dans l'histoire de l'espèce précédente, que ce soit une exception à l'attraction plus forte en général de la potasse pour les acides, que ne l'est celle de la soude, mais il est bien certain que la prééminence d'attraction pour l'acide phosphorique existe dans la strontiane et dans la chaux.

14. Le phosphate de soude décompose les sulfates, les nitrates, les muriates, calcaires, magnésiens, alumineux, baritiques et strontianiques, à l'aide d'une attraction double.

15. On ne connaît pas encore la proportion des composans de ce sel.

H. *Usages.*

16. Depuis que les chimistes ont reconnu toutes les propriétés du phosphate de soude, ce sel est devenu fort utile.

En médecine, on s'en sert comme d'un purgatif laxatif, qui réunit à cette propriété l'avantage de n'avoir qu'une saveur un peu salée et nullement désagréable.

On l'a proposé et employé avec succès pour la soudure des métaux, à la place du borax beaucoup plus rare et plus cher que lui.

En minéralogie, on le compte, d'après la proposition de Bergman, parmi les plus utiles réactifs dont on se sert pour essayer au chalumeau une foule de substances minérales, et les distinguer les unes des autres.

A mesure qu'on en étudiera davantage les belles propriétés, ses usages se multiplieront, et il deviendra alors une des

préparations les plus importantes des ateliers et manufactures chimiques.

ESPÈCE VII. — *Phosphate d'ammoniaque.*

A. *Synonymie ; histoire.*

1. Le phosphate d'ammoniaque, un des premiers connus avec le phosphate de soude, parce qu'il se trouvent ensemble dans l'urine humaine, et long temps confondu avec lui sous le nom commun de *sel fusible*, *sel natif de l'urine*, *sel microcosmique*, n'a commencé à en être distingué que par les travaux successifs de Schlosser, de Chaulnes, de Rouelle le cadet, en 1770, 1774 et 1776, et sur-tout par les recherches de ceux des chimistes modernes qui ont ajouté aux faits trouvés par les premiers sur ce sel, des expériences plus exactes et plus précisées sur le même sel fabriqué artificiellement. Lavoisier et le citoyen Vauquelin sont les deux chimistes qui ont le plus spécialement examiné le phosphate d'ammoniaque.

B. *Propriétés physiques ; histoire naturelle.*

2. Le phosphate ammoniacal se cristallise en prismes à quatre pans réguliers, terminés par des pyramides à quatre faces également régulières. Souvent il donne de petites aiguilles serrées les unes contre les autres, dont il est difficile de déterminer la figure. Il a une saveur fraîche, salée, piquante et urineuse. Il verdit presque toujours le sirop de violettes.

3. On le trouve dans l'urine humaine où il devient même plus abondant par la putréfaction. Il existe aussi dans beaucoup d'autres liqueurs animales et sur-tout dans le sang, le sérum des cavités intérieures, la salive, les larmes, etc.

C. *Préparation.*

4. Autrefois on s'obstinait en quelque sorte à le retirer du

sel d'urine ; on avait cherché beaucoup de moyens pour l'obtenir pur, séparé du muriate et du phosphate de soude qui l'accompagnent constamment ; mais, comme on a reconnu que ces procédés étaient ou très-difficiles ou même erronés, on préfère aujourd'hui de le préparer artificiellement, en combinant directement l'acide phosphorique pur avec l'ammoniaque. On fait évaporer doucement sa dissolution ; et lorsqu'elle a un certain degré de consistance, on en obtient par le refroidissement et le repos le sel régulièrement cristallisé.

D. *Action du calorique.*

5. Le phosphate d'ammoniaque, exposé au feu, se fond d'abord dans son eau de cristallisation ; il se dessèche ensuite, se boursouffle, et finit bientôt par se fondre en un verre transparent qui est acide ; voilà pourquoi on l'a nommé autrefois *sel fusible*. Quand on fait cette expérience dans un vaisseau fermé, on recueille de l'eau chargée d'ammoniaque, et il reste de l'acide phosphorique libre dans la cornue. Aussi sent-on une forte odeur ammoniacale, quand on chauffe ce sel dans des vaisseaux découverts. Le phosphate d'ammoniaque est le plus décomposable de tous les sels de ce genre ; ce qui dépend de la moindre adhérence de ses principes, de la grande volatilité de l'un et de l'extrême fixité de l'autre. Quand on le chauffe au chalumeau, il donne promptement, après le bouillonnement et le desséchement, un globule vitreux bien fondu, bien transparent après le refroidissement, qui a une saveur très-aigre, qui attire l'humidité de l'air, et qui est de l'acide phosphorique pur. Quand on ne décompose qu'en partie le phosphate d'ammoniaque par le feu, la portion qui reste est à l'état de phosphate acide d'ammoniaque.

E. *Action de l'air.*

6. Il n'est pas sensiblement altérable par le contact de

l'air, et ne fait que s'humecter légèrement lorsque l'air est humide.

F. *Action de l'eau.*

7. Il faut environ quatre parties d'eau pour dissoudre une partie de phosphate d'ammoniaque à la température de dix degrés ; l'eau bouillante en dissout un peu davantage, et il commence en effet à se cristalliser par le refroidissement, quoique la véritable manière de l'obtenir sous une forme très-régulière, soit d'évaporer sa dissolution à une chaleur douce et lente, ou à celle de l'atmosphère dans les beaux jours d'été.

G. *Décomposition.*

8. De tous les sels phosphoriques, le phosphate d'ammoniaque est le seul qui paraisse susceptible d'être décomposé par quelques corps combustibles, et spécialement par le carbone, puisqu'en le distillant avec du charbon, on en obtient facilement et assez abondamment du phosphore. Mais ce n'est qu'une apparence trompeuse ; ce n'est point comme sel saturé, comme phosphate ammoniacal que ce sel est décomposable ; sa décomposition n'a lieu que lorsqu'il est réduit à l'état d'acide phosphorique par la volatilisation de sa base, et c'est pour cela qu'en traitant de l'art d'obtenir le phosphore par la distillation de l'extrait d'urine avec du charbon, les chimistes avaient le soin de recommander de griller ou calciner auparavant le mélange, d'en dégager l'eau et l'alcali volatil qui s'en échappent, pour éviter la complication de ces produits avec le phosphore lui-même.

9. Quand on chauffe le phosphate d'ammoniaque avec des oxides métalliques, ceux-ci se fondent avec l'acide phosphorique qui se colore, à mesure que l'alcali volatil se dissipe. Ce sel n'entre donc pas tout entier dans la composition des verres colorés que l'on fabrique par son moyen ; et son acide seul en est le fondant et le principal ingrédient.

10. Les acides sulfurique, nitrique et muriatique, décomposent le phosphate d'ammoniaque, s'emparent de sa base ammoniacale, et mettent son acide phosphorique à nu. L'acide phosphorique lui-même adhère assez sensiblement au phosphate d'ammoniaque, pour le faire passer à l'état d'une espèce d'acide; je n'ai point distingué celle-ci en particulier, parce qu'elle n'a pas une assez grande importance encore dans les phénomènes chimiques, et parce que ce serait multiplier les êtres sans une véritable nécessité.

11. La barite, la strontiane, la chaux, la potasse et la soude, décomposent à froid et par le seul contact, par la trituration ou par le mélange de leurs dissolutions, le phosphate d'ammoniaque. Les trois premiers y forment un précipité de phosphate terreux indissoluble. La magnésie même en décompose une portion à froid, et constitue un sel triple avec la portion qu'elle ne décompose pas. A chaud, cette terre s'unit avec tout l'acide phosphorique du sel, et facilite encore ce dégagement de son ammoniaque. La silice, l'alumine et la zircone produisent le même effet à l'aide du calorique, non pas par leur attraction pour l'acide phosphorique qui est plus faible que celle de l'ammoniaque, mais à raison de la séparation de celle-ci et de sa fusion si facile en gaz, ainsi que par la vitrification que ces bases sont susceptibles de recevoir avec l'acide phosphorique.

12. Le phosphate d'ammoniaque décompose les sels terreux, comme le font les phosphates de potasse et de soude.

13. On ignore encore les proportions de l'ammoniaque de l'acide phosphorique, et de l'eau qui entrent dans la composition de ce sel.

H. *Usages.*

14. Le phosphate d'ammoniaque est un des meilleurs fondans que l'on puisse employer, non-seulement pour les essais au chalumeau dans lesquels il sert beaucoup aujourd'hui, mais

encore dans la fabrication des verres colorés et des pierres précieuses artificielles. C'est le phosphate qui serait le plus utile pour l'extraction du phosphore, et qui le fournirait le plus promptement s'il existait assez abondamment dans la nature, ou si on pouvait l'obtenir pur et assez facilement des matières où il est contenu. On ne l'a point encore employé en médecine, quoiqu'il promette un remède peut-être précieux, lorsqu'on aura plus de moyens de déterminer le mode d'action des substances médicamenteuses.

ESPÈCE VIII. — *Phosphate de soude et d'ammoniaque.*

1. On pourrait croire que ce sel triple est un des plus anciennement connus, et celui qui devrait avoir été le plus exactement et le plus soigneusement examiné, puisqu'il existe constamment dans l'urine de l'homme, et puisqu'il a été le sujet de tant de travaux successifs de Margraff, de Pott, de Haupt, de Schlosser, de Rouelle le cadet, de Chaulnes, de MM. Proust et Westrumb. Cependant toutes ces recherches ayant été faites à des époques où la science ne fournissait pas de moyens exacts de séparation des sels les uns des autres, et où il ne lui était pas encore permis de porter un grand intérêt à la considération des trisules, on n'avait presque rien dit sur ce sel triple, avant que j'eusse publié les expériences faites au Lycée en 1790.

2. On n'avait songé avant cette époque qu'à la séparation de ces deux sels, et on n'avait fait que donner divers procédés pour remplir cet objet. C'est en les répétant que je me suis convaincu qu'ils adhéraient beaucoup l'un à l'autre, qu'on ne les séparait point exactement, et qu'ils restaient toujours

unis après leur prétendue purification. Il m'a paru que lorsque l'une des deux espèces pouvait être obtenue séparée de l'autre, c'est qu'elle était excédente à la plus forte saturation de la combinaison saline triple.

3. En purifiant le sel fusible entier de l'urine, c'est-à-dire le sel triple phosphate ammoniaco de soude, qu'on en obtient par l'évaporation de la première cristallisation, je me suis apperçu que la quantité de phosphate d'ammoniaque diminuait à mesure que la purification avançait ; c'est-à-dire que les portions ou levées des cristaux qu'on obtenait, contenaient d'autant moins de ce dernier sel, qu'elles approchaient davantage de la fin de l'opération ; de manière qu'il peut exister des sels triples d'une même nature, mais de proportions réellement différentes, de phosphate de soude et de phosphate d'ammoniaque.

4. Quelle que soit la proportion de ses deux composans, le phosphate triple de soude et d'ammoniaque s'effleurit à l'air, et verdit la teinture de violettes. Après une longue exposition à l'air, il passe entièrement à l'état de phosphate acide de soude, et il paraît que l'ammoniaque du phosphate ammoniacal se dissipe, comme l'avaient annoncé autrefois Rouelle le cadet et Chaulnes, qui avaient vu qu'on perdait toujours une grande partie de ce sel en le purifiant par des dissolutions et des cristallisations successives à l'aide de l'eau chaude.

5. Les diverses variétés de sels triples obtenues dans la purification du sel fusible entier de l'urine et par les levées successives de cristaux qu'on en retire, donnent toutes de l'ammoniaque par l'addition de la chaux. Distillé dans une cornue, ce sel triple donne de l'eau, de l'ammoniaque, un peu de phosphate ammoniacal enlevé avec l'eau, et il ne reste que du phosphate acidule de soude dans le résidu. Cent parties de sel fusible de l'urine purifié par une première dissolution et cristallisation, analysées par plusieurs procédés réunis, m'ont donné pour résultats :

Acide phosphorique. . 32.
Soude. . . . . 24.
Ammoniaque. . . . . 19.
Eau. . . . . 25.

Cette singulière espèce de sel triple, le phosphate de soude et d'ammoniaque, fait un objet de recherches très-importantes pour les chimistes, puisque la nature la présente constamment dans l'urine et dans plusieurs autres liqueurs animales, où elle joue sans doute un rôle remarquable.

ESPÈCE IX. — *Phosphate de magnésie.*

A. *Synonymie ; histoire.*

1. Le phosphate de magnésie était absolument inconnu et n'avait pas de synonymes dans la science avant que Lavoisier en eut parlé en 1777. Depuis lui, le citoyen Vauquelin a examiné ce sel avec beaucoup plus de détails, et je l'ai moi-même soumis à quelques recherches.

B. *Propriétés physiques.*

2. Ce sel se cristallise en prismes hexaèdres, à pans irréguliers ou inégaux, coupés obliquement à leurs extrémités. Souvent il est sous forme pulvérulente ; il a une saveur un peu fraîche, légèrement douceâtre, mais en général très-faible.

3. On ne le connait pas encore parmi les fossiles. Je l'ai trouvé abondamment dans le calcul intestinal du cheval, et depuis dans quelques calculs vésicaux humains ; dans ces deux genres de calculs il est à la vérité en état de sel triple ; mais l'urine humaine le contient pur avant qu'il se dépose en concrétion dans la vessie. On n'a point encore rencontré ce sel parmi les fossiles ni dans les végétaux.

C. *Préparation.*

4. Comme les concrétions intestinales des chevaux ou les calculs vésicaux blancs de l'homme, qui contiennent abondamment ce sel, sont assez rares, et comme il y est d'ailleurs combiné avec le phosphate d'ammoniaque dont il est très-difficile de le séparer sans décomposer ces phosphates, on prépare celui de magnésie, en dissolvant immédiatement cette terre dans l'acide phosphorique, en ajoutant assez d'eau pour le dissoudre, et en le faisant cristalliser par une évaporation bien ménagée. On l'a ordinairement en prismes comprimés très-allongés.

5. J'ai trouvé et décrit un moyen plus sûr de l'obtenir, et en cristaux de plusieurs centimètres de longueur et de quelques millimètres d'épaisseur, il faut pour cela mêler parties égales de dissolutions de sulfate de magnésie et de phosphate de soude. Il ne se passe rien de sensible au moment du mêlange, mais quelques heures après il se forme dans la liqueur des cristaux transparens et irréguliers de phosphate de magnésie, par le jeu des attractions électives doubles entre les deux sels mêlés; il reste dans le liquide du sulfate de soude en dissolution.

D. *Action du feu.*

6. Le phosphate de magnésie perd promptement son eau de cristallisation par l'action du feu; il se réduit, sans se fondre, en poussière blanche lorsqu'on le chauffe doucement. A une température plus vive, il coule facilement, se dessèche ensuite et se fond en verre. Au chalumeau, on l'obtient fondu en globule vitreux qui reste transparent après son refroidissement.

E. *Action de l'air.*

7. Le phosphate de magnésie perd aisément l'eau de ses

cristaux par son exposition à l'air ; il tombe entièrement en poussière, et c'est l'un des plus efflorescens que je connaisse.

F. *Action de l'eau.*

8. Il n'est pas très-dissoluble dans l'eau froide ; il lui en faut au moins cinquante parties pour se dissoudre : il est un peu plus dissoluble dans l'eau bouillante, de sorte qu'il se cristallise en partie par le refroidissement.

G. *Décomposition.*

9. Aucun corps combustible n'agit sur le phosphate de magnésie, et ne peut le décomposer ; malgré le peu d'adhérence de la base à l'acide phosphorique, celui-ci ne peut pas donner de phosphore avec le charbon.

10. Les acides sulfurique, nitrique et muriatique le décomposent en lui enlevant la magnésie, et en séparant son acide phosphorique. Ce dernier n'y adhère pas autant qu'à plusieurs des phosphates précédens, et ne paraît pas le rendre beaucoup plus dissoluble.

11. La barite, la strontiane, la chaux, la potasse et la soude, décomposent complétement le phosphate de magnésie, et en séparent la terre ; l'ammoniaque n'y opère pas de décomposition, et son addition ne fait que le convertir en sel triple ammoniaco-magnésien.

12. Il a peu d'action sur les sels précédemment examinés. Il s'unit directement et facilement au phosphate d'ammoniaque avec lequel il forme un sel triple.

13. On ne connaît point encore les proportions de ses principes constituans.

H. *Usages.*

14. Le phosphate de magnésie n'est employé à aucun usage. On doit le préparer seulement dans les laboratoires de chimie pour en examiner les propriétés et en reconnaître les caractères.

ESPÈCE X. — *Phosphate ammoniaco-magnésien.*

A. *Synonymie ; histoire.*

1. Ce sel serait resté inconnu si le hazard ne me l'avait présenté pour la première fois, il y a quelques années, dans une concrétion calculeuse de l'intestin colon d'un cheval mort de tranchées. Ce calcul très-volumineux et très-pesant, formé de beaucoup de prismes groupés et collés les uns aux autres, arrondi et poli sur ses surfaces, ayant été analysé dans mon laboratoire, je le reconnus pour un véritable sel triple composé d'acide phosphorique, de magnésie et d'ammoniaque. Ma découverte a été confirmée depuis par le citoyen Bartholdi de Colmar, sur le même genre de concrétions du cheval, et de plus par l'examen des calculs urinaires humains dans lesquels nous avons fréquemment trouvé ce sel, le citoyen Vauquelin et moi. Comme les divers matériaux qui forment ces calculs se trouvent d'abord en dissolution dans l'urine, il est évident qne ce sel existe dans les liqueurs animales. On ne le connaît point parmi les fossiles ni les végétaux.

B. *Propriétés physiques.*

2. Il est sans saveur, sous une forme cristalline prismatique, très-difficile à déterminer, assez lourd ; il habite en quelque sorte les cavités du corps des animaux sous la forme de concrétions ; quoiqu'il soit quelquefois cristallisé dans les calculs, il y est souvent dans l'état lamelleux spathique et demi-transparent.

C. *Préparation.*

3. On peut le faire de toutes pièces en mêlant une dissolution de phosphate de magnésie avec une dissolution de phosphate

d'ammoniaque. Les deux sels quittent, presque sur-le-champ, les dissolutions, se précipitent et s'unissent ainsi en devenant indissolubles. Les calculs intestinaux du cheval et les calculs vésicaux humains blancs et cristallins évitent la peine de le préparer, puisque ces concrétions sont le sel triple presque pur. On le purifie au besoin, en le lavant après l'avoir réduit en poudre, avec un peu d'eau distillée.

D. *Action du calorique.*

4. Le phosphate ammoniaco-magnésien se réduit en poussière à un feu doux; il exhale de l'ammoniaque, à un feu plus fort. On peut en retirer un peu d'ammoniaque par la distillation. Chauffé au chalumeau, après avoir exhalé de l'eau et de l'ammoniaque, il se comporte et se fond en un globule transparent comme le phosphate de magnésie pur.

E. *Action de l'air.*

5. Le phosphate ammoniaco-magnésien est parfaitement inaltérable à l'air.

F. *Action de l'eau.*

6. Il est très-peu dissoluble dans l'eau, en sorte que par son union avec le phosphate de magnésie celui d'ammoniaque perd la dissolubilité assez marquée qui le caractérise; et réciproquement.

G. *Décomposition.*

7. En distillant du phosphate ammoniaco-magnésien avec du charbon, il donne une portion de phosphore en raison de la partie du phosphate ammoniacal qui y est contenue; ensuite on trouve du phosphate de magnésie dans le résidu; desorte que si l'on avait beaucoup de calculs intestinaux de cheval, ce serait une des matières dont on pourrait retirer

le plus de phosphore et avec la moindre dépense ; car il suffirait de les traiter en poudre après les avoir bien lessivés, avec du charbon un huitième de leur poids à peu près, pour en obtenir la portion de phosphore contenue dans le phosphate ammoniacal ; ensuite de traiter le résidu par l'acide sulfurique pour avoir l'acide phosphorique en faisant cristalliser le sulfate de soude, d'évaporer la liqueur surnageante en consistance d'extrait et de la distiller ensuite avec le quart de son poids de charbon.

8. Les acides sulfurique, nitrique et muriatique décomposent complétement le phosphate ammoniaco-magnésien ; ils en séparent tout l'acide phosphorique. Les bases terreuses et alcalines le décomposent d'une manière inverse, en dégagent de l'ammoniaque par sa seule trituration, et en séparent la magnésie. Il n'agit pas d'une manière connue sur les sels.

9. J'ai trouvé que le phosphate ammoniaco-magnésien du calcul intestinal du cheval contenait une partie de phosphate de magnésie, une partie de phosphate d'ammoniaque et une partie d'eau, outre un peu de matière végétale ou animale, dont il est inutile de parler ici. Celui des calculs vésicaux humains paraît varier dans les proportions de ses principes ; le phosphate magnésien y est en général le plus abondant.

H. *Usages.*

10. On n'emploie à aucun usage le phosphate ammoniaco-magnésien. On ne le prépare même point dans les laboratoires de chimie. On n'a encore fait que conserver et montrer aux curieux, dans les muséum, les calculs des intestins du cheval, et les calculs vésicaux humains blancs cristallins, comme des concrétions singulières par leur volume et leur forme. Je ne sache pas qu'on les ait appliqués encore à aucun usage. Cependant s'ils étaient plus abondans, ou si l'on trouvait ce sel dans d'autres circonstances naturelles et sur-tout parmi les fossiles, et caché peut-être jusqu'ici sous

le nom, je dirais presque sous le voile de quelque pierre, comme je soupçonne qu'il existe et qu'on le trouvera, il pourrait devenir la source d'où l'on tirerait le plus facilement et le plus abondamment le phosphore.

ESPÈCE XI. — *Phosphate de glucine.*

A. *Histoire.*

1. Le citoyen Vauquelin a examiné cette combinaison et en a donné les propriétés parmi celles qui lui ont servi à caractériser la glucine. Il n'y a encore que lui qui en ait parlé, ainsi que des divers sels formés par cette base.

B. *Propriétés physiques.*

2. Le phosphate de glucine est sous la forme de poussière blanche, ou d'une matière mucilagineuse, sans saveur sensible. On ne sait pas s'il existe dans la nature; il n'a encore été qu'un produit de l'art.

C. *Préparation.*

3. Le citoyen Vauquelin l'a obtenu en précipitant des dissolutions de nitrate, de sulfate et de muriate de glucine, par celle de phosphate de soude sans excès de cette base; il s'est formé tout-à-coup un précipité abondant d'apparence muqueuse. On peut l'obtenir aussi en chauffant le nitrate et le muriate de glucine avec l'acide phosphorique vitreux, ou en combinant directement l'acide phosphorique avec cette terre pure.

D. *Action du calorique.*

4. Le phosphate de glucine n'est pas décomposable par le feu; il est fusible à une grande chaleur. Il se fond, au

chalumeau, en un globule vitreux transparent qui conserve sa transparence en refroidissant.

E. *Action de l'air.*

5. Le phosphate de glucine paraît être inaltérable à l'air, et n'avoir ni déliquescence, ni efflorescence.

F. *Action de l'eau.*

6. Ce sel est insoluble dans l'eau à moins qu'on ne l'aiguise d'acide phosphorique; il y a donc, à ce qu'il paraît, un phosphate acide de glucine.

G. *Décomposition; proportion des principes.*

7. Les acides sulfurique et nitrique décomposent le phosphate de glucine qu'ils commencent par dissoudre complétement; l'acide muriatique le décompose aussi, mais plus difficilement que les deux premiers. L'acide phosphorique s'y unit, le porte à l'état d'acidule et le rend beaucoup plus dissoluble qu'il n'était.

8. Tous les alcalis et toutes les terres, si l'on en excepte l'alumine, la zircone et la silice, sont susceptibles de décomposer le phosphate de glucine et de lui enlever son acide en isolant sa base.

H. *Usages.*

9. Le phosphate de glucine n'a encore aucun usage, et l'on ne peut prévoir s'il sera jamais utile.

ESPÈCE XII. — *Phosphate d'alumine.*

1. Le phosphate d'alumine est un des sels de ce genre les moins connus; aucun chimiste n'en a fait encore l'objet de

ses recherches. Voici le peu de faits que l'expérience m'a présentés sur ce sel. En saturant l'acide phosphorique de la portion d'alumine qu'il peut absorber, on a une masse blanche, pulvérulente, peu sapide, excepté dans un excès de son propre acide, et alors il paraît former une espèce d'acidule comme les autres sels alumineux. Il se fond, au chalumeau, en un globule transparent, sans éprouver d'altération. Les alcalis et les terres alcalines le décomposent ainsi que les acides dont on a déja parlé dans le genre et les autres espèces de phosphates. Il n'est encore d'aucun usage.

ESPÈCE XIII. — *Phosphate de zircone.*

1. Le peu de temps qui s'est écoulé depuis la découverte de la zircone, et la rareté de cette terre n'ont pas permis encore aux chimistes d'examiner sa combinaison saline avec l'acide phosphorique. On ne sait encore autre chose, sinon qu'il existe une union entre ces deux corps, conséquemment un phosphate de zircone.

ESPÈCE XIV. — *Phosphate de silice.*

Je ne place un phosphate de silice dans le genre de ces sels que pour désigner la combinaison vitreuse que les chimistes font si souvent entre l'acide phosphorique et la terre silicée. Ce verre, qui existe spécialement dans les pierres gemmes artificielles, est très-transparent, très-dur, très-dense, très-insipide, très-indissoluble et bien fusible. Il est même indécomposable par les acides et par les alcalis, à raison de sa dureté vitreuse. Ces derniers paraissent s'unir avec lui en une espèce de sel triple par la fusion à un grand feu, et ils ne paraissent pas en opérer la décomposition. Au reste, on n'a

point encore bien examiné ce composé chimique, et les trois derniers phosphates sont encore un sujet de recherches utiles et importantes pour les chimistes.

ARTICLE IX.

GENRE VIII.

PHOSPHITES TERREUX ET ALCALINS.

§. Ier.

Des caractères génériques de ces sels.

1. Les chimistes ont depuis assez long temps, sans le soupçonner, commencé à examiner les phosphites alcalins et terreux; car en employant l'acide provenant de la combustion lente du phosphore, ils ont cru préparer des phosphates, et c'étaient véritablement les sels qui font le sujet de cet article, qu'ils fabriquaient avec cette espèce d'acide, comme il est aisé de le sentir d'après les lumières de la chimie moderne. C'est pour cela que, dans son mémoire sur les combinaisons de l'acide phosphorique provenant de la combustion complète du phosphore, Lavoisier observait avec la perspicacité ingénieuse qui le distinguait, que si les résultats qu'il offrait paraissaient différens de ceux qu'avaient déja donnés d'autres chimistes, c'est qu'ils avaient opéré sur un acide préparé très-différemment du sien; et l'on voit qu'il voulait parler de l'acide produit par la lente combustion du phosphore plongé dans l'air, le seul qu'eussent examiné avant lui les chimistes, tandis qu'il parlait de l'acide phosphorique et des phosphates, après avoir brûlé rapidement le phosphore par l'acide nitrique ou le gaz oxigène.

2. Mais quoiqu'on possédât quelques faits épars sur les propriétés des phosphites que leurs auteurs croyaient être de véritables sels phosphoriques, aucun chimiste n'avait entrepris, depuis la connaissance positive sur la différence des acides phosphorique et phosphoreux, un travail systématique sur ces sels, ni comparé leurs caractères à ceux des phosphates. C'est ce qui m'a engagé à entreprendre, avec le citoyen Vauquelin, des recherches suivies sur les phosphites dont aucun auteur de chimie n'a encore même esquissé l'histoire, si l'on en excepte ce dernier chimiste, qui a donné une notice de notre travail dans le quatrième cahier de l'école polytechnique, page 655 et suivantes. Ce sera donc d'après les résultats de nos expériences que j'en décrirai ici les principales propriétés.

3. Il est évident, d'après ce qui vient d'être dit, que les phosphites, bien peu connus avant notre travail, n'avaient point de synonymes dans la science, et que l'on est souvent embarrassé en lisant les auteurs qui ont parlé des combinaisons de l'acide du phosphore, pour savoir s'ils ont fait l'histoire des phosphates ou des phosphites, puisqu'ils se sont rarement expliqués sur l'espèce d'acide qu'ils ont employé et sur la manière par laquelle ils l'avaient obtenu.

4. Il faut se rappeler d'abord ici que l'acide phosphoreux diffère de l'acide phosphorique par une moindre proportion d'oxigène ou une plus grande proportion de phosphore, qu'il est formé à une température plus basse et par la combustion lente, qu'on peut le considérer comme une dissolution de phosphore dans de l'acide phosphorique, quoiqu'on ne puisse pas le préparer ainsi, parce que la chaleur qu'on est obligé d'employer pour tenter cette dissolution a plus d'attraction pour le phosphore que celui-ci n'en a pour l'acide phosphorique, et que c'est à raison de cette dernière loi d'attraction que, lorsqu'on chauffe quelque temps l'acide phosphoreux liquide, il s'en sépare une vapeur blanche, épaisse, lumineuse

dans l'obscurité, et qui s'allume à une certaine élévation de température, c'est-à-dire du phosphore volatilisé, qui, une fois séparé de l'acide phosphoreux, le laisse dans l'état de pur acide phosphorique. Ces propriétés caractéristiques de l'acide phosphoreux sont la véritable source de celles qui servent à distinguer et à faire connaître les phosphites : car il est bien prouvé jusqu'ici que les caractères des genres de sels sont tirés, comme leur classification, des acides qui entrent dans leur composition, quoique modifiés par les bases auxquelles ils sont unis.

5. On n'a trouvé jusqu'ici aucun phosphite dans la nature; ils sont tous le produit de l'art. On les prépare, en unissant directement les bases, tantôt solides, tantôt dissoutes dans l'eau, avec l'acide phosphoreux, en faisant évaporer leur dissolution, lorsqu'ils sont susceptibles de cristallisation, ou en les lavant bien, lorsqu'ils sont indissolubles. Plusieurs sont susceptibles d'être formés par l'effet des attractions doubles, en mêlant quelques dissolutions de phosphites avec des dissolutions de sels nitriques ou muriatiques dont on veut faire porter les bases sur l'acide phosphoreux des premiers.

6. Quoique les phosphites aient quelque ressemblance et quelques propriétés communes avec les phosphates, ils en offrent cependant plusieurs de très-différentes et de vraiment caractéristiques. Leur forme, quand ils sont susceptibles d'en prendre une régulière, est toujours plus ou moins différente de celle des phosphates de la même base. Leur saveur n'est pas la même. Celle des phosphites a toujours quelque chose de fétide, d'âcre et d'alliacé qu'on ne rencontre pas dans les phosphates.

7. Tous les phosphites sont fusibles; tous donnent, quand on les chauffe dans des vaisseaux fermés, un peu de phosphore, et passent ainsi à l'état de phosphates fondus et alors inaltérables. Au chalumeau, tous se fondent en un globule vitreux, transparent ou opaque, et tous répandent dans leur

fusion, même sur un support incombustible, une lumière phosphorique, souvent même des jets de flamme, accompagnés d'une forte odeur d'ail et d'une vapeur ou fumée blanche épaisse qu'on n'observe point dans les phosphates. Ils sont, après cette vitrification au chalumeau, convertis en phosphates, moins abondans que les phosphites d'où ils proviennent, comme ceux qu'on a chauffés dans des vaisseaux fermés.

8. Les phosphites n'éprouvent point d'altération de la part de l'oxigène atmosphérique, et ils ne l'absorbent point pour se changer en phosphates comme les sulfites se changent en sulfates. Ils se comportent diversement suivant les espèces par rapport à l'eau qu'ils enlèvent à l'air, ou par rapport à celle qu'ils lui cèdent.

9. Ils ne sont pas plus décomposés que les phosphates par les corps combustibles. Il ne faut pas confondre ici la portion de phosphore qui s'en sépare par la seule action du calorique, avec celle que les corps combustibles dégagent de l'acide phosphorique libre. Il n'y a rien de plus, dans cette décomposition partielle qu'éprouvent les phosphites chauffés avec des corps combustibles, que dans celle qu'ils éprouvent quand on les chauffe seuls. Cela doit arriver, puisqu'après avoir perdu cette portion de phosphore, ils sont devenus des phosphates.

10. Les uns sont très-dissolubles dans l'eau, d'autres le sont faiblement, et d'autres ne le sont point du tout. Plusieurs sont plus dissolubles à chaud ou à froid, et se cristallisent par le refroidissement. Souvent ils réduisent les oxides métalliques par le seul contact, ou en les chauffant avec ces corps; alors ils passent en même temps à l'état de phosphates par l'oxigène qu'ils enlèvent à ces oxides.

11. Les phosphites sont décomposables presque tous par les acides connus jusqu'ici, et même par quelques-uns de ceux beaucoup plus faibles que l'on trouve dans les végétaux; ce qui prouve que l'acide phosphoreux a beaucoup

moins d'attraction pour les bases que n'en a l'acide phosphorique. Ce dernier lui-même en dégage l'acide phosphoreux, mais bien moins sensiblement que ne font les acides sulfurique et nitrique à l'égard des sulfites et des nitrites, ni avec effervescence comme ceux-ci. Il est plusieurs phosphites que l'acide phosphoreux rend plus dissolubles, auxquels il adhère, et qu'il porte à l'état de phosphites acidules. L'acide nitrique et l'acide muriatique oxigéné convertissent, au moment de leur union, les phosphites en phosphates plus abondans.

12. Les bases ont un autre ordre d'attraction pour l'acide phosphoreux qu'elles n'en ont pour le phosphorique; conséquemment les phosphites suivent d'autres lois de décomposition que les phosphates. La chaux et la magnésie sont ici supérieures aux alcalis fixes par leur atraction, comme on l'a vu pour l'acide sulfureux; et la barite le cède à la chaux.

13. Ils décomposent en général les autres sels terreux, excepté ceux qui ont la même base qu'eux. Ils sont changés en phosphates par l'action des nitrates et des muriates suroxigénés avec lesquels ils détonnent à l'aide de la chaleur. Le muriate suroxigéné de potasse les brûle avec flamme et détonne avec eux par la seule percussion, en raison du phosphore excédent qu'ils contiennent.

14. Ils réduisent souvent à l'état métallique ou rapprochent plus ou moins de cet état les oxides dissous dans les acides.

15. Ils ne sont encore d'aucun usage.

16. Je distingue onze espèces de phosphites terreux et alcalins, et je les place dans l'ordre suivant, relatif au rang des attractions des bases pour l'acide phosphoreux.

1°. Phosphite de chaux;
2°. Phosphite de barite;
3°. Phosphite de strontiane;
4°. Phosphite de magnésie;
5°. Phosphite de potasse;
6°. Phosphite de soude;

7°. Phosphite d'ammoniaque ;
8°. Phosphite ammoniaco-magnésien ;
9°. Phosphite de glucine ;
10°. Phosphite d'alumine ;
11°. Phosphite de zircone.

---

§. II.

Des caractères spécifiques des phosphites terreux et alcalins.

ESPÈCE I. — *Phosphite de chaux.*

A. *Synonymie ; histoire.*

1. Le phosphite de chaux a été inconnu jusqu'ici et n'a point de synonymes dans le langage de la science. On le confond avec le phosphate calcaire.

B. *propriétés physiques.*

II. Il est en poussière blanche insipide, quand il est bien neutre, et en petits prismes ou en aiguilles de forme indéterminée, lorsqu'il contient un excès d'acide. Ces derniers cristaux sont aigrelets et durs. On ne le connaît pas dans la nature.

C. *Préparation.*

3. On le forme, en unissant directement la chaux à l'acide phosphoreux ; il se précipite au fond de celui-ci quand on le sature ; il se redissout, quand on met un excès d'acide ; on fait cristalliser ce phosphite acide de chaux en évaporant sa dissolution.

D. *Action du calorique.*

4. Le phosphite de chaux donne un peu de phosphore,

quand on le chauffe, ou une lueur et une vapeur phosphoriques, et devient phosphate. Son globule obtenu par le chalumeau est transparent ; celui de l'acidule l'est encore, et on l'obtient plus facilement qu'avec le phosphite neutre.

E. *Action de l'air.*

5. Il est inaltérable par le contact de l'air.

F. *Action de l'eau.*

6. L'eau ne dissout pas sensiblement le phosphite neutre ; l'acidule s'y dissout un peu et donne ses cristaux par une évaporation ménagée.

G. *Décomposition ; proportions.*

7. Aux caractères énoncés dans le genre, le phosphite de chaux joint ceux d'être indécomposable par toutes les bases, d'être susceptible d'adhérer à l'acide phosphoreux et de former un acidule, dont l'excès d'acide est facilement enlevé par les terres et les alcalis. Le phosphite de chaux neutre est dissoluble, même dans des acides qui ne le décomposent pas.

8. Les proportions de ses principes sont :

Chaux	51.
Acide phosphoreux. .	34.
Eau	15.

H. *Usages.*

9. Le phosphite de chaux n'est d'aucun usage.

ESPÈCE II. — *Phosphite de barite.*

A. *Synonymie ; histoire.*

1. Plus inconnu encore jusqu'ici que le précédent, il n'avoit pas de nom en chimie.

B. *Propriétés physiques.*

2. Il est en poudre blanche insipide ; on ne le connaît pas dans la nature.

C. *Préparation.*

3. On le fait directement, en unissant la barite avec l'acide phosphoreux, ou en précipitant des phosphites solubles, autres que le calcaire, par la dissolution de barite. Ce second procédé est préférable au premier, parce qu'il donne le sel pur, tandis que par l'union immédiate de la base solide et de l'acide on peut en avoir un avec excès de barite, ou un acidule. Il est vrai qu'on peut éviter le premier inconvénient, en précipitant simplement une dissolution de barite avec de l'acide phosphoreux ; le sel, bien peu soluble, se dépose à mesure qu'il se forme ; trop d'acide le rend dissoluble.

D. *Action du calorique.*

4. Le phosphite de barite se fond, au chalumeau, en un globule qui est bientôt entouré d'une lumière si éclatante que l'œil en est blessé. Le verre qu'il donne devient blanc-opaque en refroidissant.

E. *Action de l'air.*

5. Il est parfaitement inaltérable à l'air.

F. *Action de l'eau.*

6. Quoique le phosphite de barite soit peu soluble, il l'est

cependant plus que celui de chaux ; il le devient bien d'avantage par l'addition de l'acide phosphoreux qui le convertit en acidule.

G. *Décomposition ; proportions.*

7. Inaltérable par les combustibles, il est décomposé par un grand nombre d'acides ; l'acide phosphoreux y adhère assez pour le rendre beaucoup plus dissoluble qu'il ne l'est, et pour le faire cristalliser en prismes aiguillés fins, d'une forme indéterminable. Ce phosphite acidule peut être regardé comme une variété du phosphite de barite.

8. Parmi les bases, la chaux seule le décompose, et l'eau de chaux, versée dans sa dissolution, quelque petite que soit la quantité de phosphite de barite qu'elle contient, y forme un précipité de phosphite de chaux encore moins soluble que lui. Toutes les autres bases alcalines ou terreuses, enlèvent l'excès d'acide phosphoreux au phosphite acidule de barite, et le font passer à l'état de phosphite neutre.

9. Cent parties de phosphite de barite contiennent d'après le résultat comparé des différens procédés de décomposition :

Barite. . . . . 51 $\frac{1}{5}$.
Acide phosphoreux. . 41 $\frac{2}{5}$.
Eau . . . . . 7.

H. *Usages.*

10. Le phosphite de barite, dans l'état neutre ou dans l'état acidule, n'est encore aucun d'usage.

ESPÈCE III. — *Phosphite de strontiane.*

C'est par une suite des attractions de la strontiane pour les acides, reconnues si voisines de celles de la barite, c'est par la seule lumière de l'analogie que je range le phosphite de

strontiane à cette place. On n'a point encore examiné cette combinaison; et tout ce qu'on en sait c'est qu'elle paraît se rapprocher du phosphate de la même base par sa pulvérulence, son insipidité et son indissolubilité.

ESPÈCE IV. — *Phosphite de magnésie.*

A. *Synonymie; histoire.*

1. Le phosphite de magnésie, le premier des sels de cette base qui occupe dans son genre une place avant les alcalis, a été confondu avec le phosphate, et l'on peut dire qu'il n'a véritablement encore été ni nommé, ni décrit, avant le travail que j'ai indiqué dans l'histoire générique des phosphites.

B. *Propriétés phisiques.*

2. Ce sel, sans saveur sensible, est souvent en flocons moux, et quelquefois en petits cristaux qui représentent des tétraèdres, autant qu'on peut le déterminer à raison de leur petitesse. On ne l'a point trouvé dans la nature.

C. *Préparation.*

3. Quoiqu'on puisse préparer du phosphite de magnésie par l'union immédiate de l'acide phosphoreux et de cette terre, on l'a plus pur et cristallisé par le mélange des dissolutions de phosphite de soude ou de potasse et de sulfate de magnésie; par ce procédé, on l'obtient en houppes soyeuses, très-brillantes et très-jolies.

D. *Action du calorique.*

4. Il se boursoufle subitement et se fond en verre, au chalumeau; il exhale une flamme phosphorique et devient opaque en refroidissant.

E. *Action de l'air.*

5. Il s'effleurit à l'air; ses petits cristaux transparens s'y couvrent d'une poussière blanche.

F. *Action de l'eau.*

6. Il est dissoluble dans 400 parties d'eau à 10 degrés. L'eau bouillante n'en dissout guère plus que la froide. Quand on fait évaporer sa dissolution à une douce chaleur, elle offre une pellicule transparente, et dépose ensuite des flocons qui s'attachent aux parois des vases; à la fin de l'opération il se forme des cristaux tétraèdres. Ce n'est que par ce moyen qu'on obtient ce sel ainsi cristallisé.

G. *Décomposition; proportions.*

7. Semblable aux autres phosphites par sa propriété d'être décomposable à l'aide des acides, il n'en diffère que par l'action des bases sur lui. La chaux et la barite le décomposent et précipitent la magnésie de sa dissolution. Les alcalis purs n'y opèrent aucun changement; lorsqu'il se trouble en le faisant bouillir long temps avec ces derniers, cela est dû à l'acide carbonique de l'atmosphère.

8. Cent parties de ce sel sont composées dans les proportions suivantes:

Magnésie.	20.
Acide phosphoreux. .	44.
Eau.	36.

H. *Usages.*

9. Il n'est encore d'aucun usage.

ESPÈCE V. — *Phosphite de potasse.*

A. *Synonymie ; histoire.*

1. Ce sel est celui de tous les phosphites qu'on a le plus souvent préparé, parce que la combinaison des acides avec cet alcali était la plus familière ; mais on l'a confondu avec le phosphate de potasse, et les auteurs ne savaient pas s'accorder entre eux sur la différence qui existait entre tous les deux.

B. *Propriétés physiques.*

2. Le phosphite de potasse se cristallise en prismes droits à quatre pans, terminés par un biseau ou sommet dièdre. Il a une saveur piquante et salée. On ne l'a point trouvé dans la nature.

C. *Préparation.*

3. On le prépare, en combinant directement l'acide phosphoreux avec la potasse ; on évapore graduellement sa dissolution et on obtient les prismes carrés indiqués.

D. *Action du calorique.*

4. Le phosphite de potasse décrépite, se boursoufle au chalumeau et se fond, sans exhaler de lumière phosphorique aussi sensible que les autres phosphites, en un globule vitreux transparent qui devient opaque en refroidissant ; on trouve le résidu de ce sel chauffé contenant toujours un petit excès de potasse qui saturait, à ce qu'il paraît, le phosphore exhalé.

E. *Action de l'air.*

5. Il n'est que très-peu altérable par l'air, dont il ne fait que recevoir l'humidité déposée.

F. *Action de l'eau.*

6. Il est très-dissoluble dans l'eau; il n'exige que trois parties à dix degrés pour se dissoudre; il en demande moins quand elle est chaude; aussi se cristallise-t-il par le refroidissement.

G. *Décomposition; proportions.*

7. Outre ce qui a été dit dans l'histoire du genre; ce que le phosphite de potasse présente de particulier dans sa décomposition, c'est qu'il est précipité en phosphites insolubles par la chaux, la barite, la strontiane et la magnésie.

3. Voici les proportions qu'on trouve par l'analyse dans cent parties de ce sel.

Potasse.	49 $\frac{1}{2}$.
Acide phosphoreux. .	39 $\frac{1}{2}$.
Eau.	11.

H. *Usages.*

9. Le phosphite de potasse n'est point encore employé.

ESPÈCE VI. — *Phosphite de soude.*

A. *Synonymie; histoire.*

1. Il en est de ce sel comme du précédent; on l'a confondu avec le phosphate de soude, et il n'a point été distingué par un nom particulier, quoiqu'il en diffère autant, comme on va le voir, que le phosphite de potasse diffère, ainsi qu'on l'a dit, du phosphate de potasse.

B. *Propriétés phisiques.*

2. Le phosphite de soude est quelquefois en prismes à quatre

faces irrégulières. Souvent il n'offre que des rhomboïdes allongés. D'autres fois il se présente en barbes de plumes, ou en lames carrées ou en faisceaux imitant des aigrettes de plantes composées, et qui sont formés par la réunion d'une grande quantité de petits cubes. Sa saveur est douce et fraîche. On ne le connaît pas dans la nature.

C. *Préparation.*

3. On le fait, en combinant directement l'acide phosphoreux avec la soude, et en évaporant convenablement la dissolution, pour en obtenir des cristaux.

D. *Action du calorique.*

4. Exposé au chalumeau, il coule promptement, bouillonne beaucoup, répand une belle flamme phosphorique, et se fond en verre qui s'étend sur le support, qui reste transparent tant qu'il est en fusion, et devient opaque en refroidissant. Après sa phosphorescence, il est phosphate.

E. *Action de l'air.*

5. Il est efflorescent par le contact de l'air, mais beaucoup moins que le phosphate de soude.

F. *Action de l'eau.*

6. Il est assez dissoluble pour n'exiger que deux parties d'eau à dix degrés. Il n'est que très-peu plus dissoluble à chaud qu'à froid, de sorte qu'il se cristallise plus par l'évaporation que par le refroidissement.

G. *Décomposition.*

7. Un des caractères spécifiques de ce sel consiste dans sa décomposition facile par la chaux, la barite et la magnésie, qui toutes forment des précipités de phosphites, peu ou point dissolubles dans sa dissolution.

8. Il décompose les sulfates, nitrates et muriates de chaux, de barite, de strontiane et de magnésie. C'est par une pareille décomposition du sulfate de magnésie, à l'aide du phosphite de soude, qu'on prépare, comme on l'a vu plus haut, le phosphite de magnésie en cristaux.

9. Cent parties de ce sel contiennent :

Soude. . . . . 32 $\frac{2}{3}$.
Acide phosphoreux. . 16 $\frac{1}{3}$.
Eau. . . . . 60.

H. *Usages.*

10. On n'a employé le phosphite de soude à aucun usage. Il est vraisemblablement purgatif comme le phosphate de soude, et il servirait comme lui à la soudure, s'il était privé de son phosphore.

ESPÈCE VII. *Phosphite d'ammoniaque.*

A. *Synonymie ; histoire.*

1. Voici l'espèce la plus remarquable et la plus caractérisée des phosphites, celle qui nous a présenté, au citoyen Vauquelin et à moi, les plus singuliers phénomènes dans sa décomposition. Aucun chimiste n'en avait parlé et n'en avait décrit les propriétés, et il n'avait aucun nom particulier, quoiqu'on l'ait sans doute fait un grand nombre de fois dans les laboratoires de chimie, où, à la vérité, il a toujours été confondu avec le phosphate d'ammoniaque.

B. *Propriétés physiques.*

2. Le phosphite d'ammoniaque a une saveur piquante très-forte ; il se cristallise souvent en aiguilles transparentes très-alongées et très-déliées dont il est difficile de déterminer la

forme ; mais quelquefois on y voit des prismes à quatre pans, terminés par des pyramides à quatre faces, forme assez commune dans les combinaisons des acides du phosphore avec les bases. On ne le connaît pas dans les productions de la nature.

C. *Préparation.*

3. On le prépare, en unissant directement l'acide phosphoreux avec l'ammoniaque ou avec le carbonate d'ammoniaque. On évapore très-doucement sa dissolution, afin de ne point dissiper sa base volatile, et pour l'obtenir cristallisé.

D. *Action du calorique.*

4. C'est dans l'action du calorique sur le phosphite d'ammoniaque que réside sa propriété la plus intéressante et la plus distinctive. Lorsqu'on le distille dans une cornue il se décompose ; l'ammoniaque se volatilise partie à l'état liquide, partie à l'état de gaz qui tient du phosphore en dissolution, sans cependant s'enflammer spontanément à l'air. Ce gaz donne une lumière phosphorique lorsqu'on le mêle avec du gaz oxigène. Il reste dans la cornue, après la décomposition du phosphite d'ammoniaque, de l'acide phosphorique vitreux.

5. Si l'on chauffe le phosphite d'ammoniaque au chalumeau sur un charbon, il bouillonne, se gonfle par l'eau de sa cristallisation qui s'échappe abondamment ; il répand de toute sa surface une belle lumière phosphorique ; et bientôt du milieu de ce sel qui commence à se vitrifier, s'élancent avec pétillement des bulles de gaz qui brûlent dans l'air avec une flamme vive et en formant dans l'atmosphère un anneau de vapeur blanche d'acide phosphorique ; il reste après ce joli phénomène, de l'acide phosphorique vitreux et pur sur le charbon.

6. En chauffant ce sel à la dose de trois ou quatre décigrames (5 à 7 grains), dans une petite boule de verre soufflé dont le tube plonge sous des cloches pleines de mercure, le sel

fondu et boursouflé donne des bulles de gaz hidrogène phosphoré qui s'allument spontanément à l'air, y forment la couronne blanche caractéristique de sa combustion, et il ne diffère de celui qu'on obtient en traitant le phosphore avec la chaux ou la soude, que parce qu'il était mêlé de gaz ammoniac. Le résidu de cette expérience est de l'acide phosphorique pur.

7. La cause de ces phénomènes si différens de ce qui a lieu dans le traitement des autres phosphites par le feu, est toute entière dans la volatilité de l'ammoniaque et dans son peu d'adhérence à l'acide phosphoreux dont le calorique le dégage. Cet alcali s'élève en vapeur en même temps que le phosphore et l'eau du phosphite ammoniacal. Ces trois corps réagissent l'un sur l'autre; le phosphore aidé par l'ammoniaque décompose l'eau, s'unit en partie à son oxigène et en partie à son hidrogène; c'est cette dernière combinaison qui produit le gaz spontanément inflammable dont cette intéressante expérience est accompagnée. Il se forme dans l'air du phosphate d'ammoniaque qui donne en se condensant le spectacle curieux de ces couronnes succédant à l'inflammation de chaque bulle, et qui sont plus prononcées et plus fortes encore que celles qui paraissent dans la déflagration du gaz hidrogène phosphoré simple, parce qu'elles sont dues à du phosphate d'ammoniaque plus condensable que de l'acide phosphorique produit de la combustion du gaz hidrogène phosphoré simple.

E. *Action de l'air.*

8. Le phosphite d'ammoniaque est légèrement déliquescent et se ramollit ou s'humecte dans l'air sans s'y fondre cependant ni y devenir liquide.

F. *Action de l'eau.*

9. Sa dissolubilité dans l'eau est si marquée, qu'il ne de-

mande que deux parties de ce liquide à dix degrés pour se dissoudre. Elle croît d'ailleurs avec la température de l'eau en telle sorte que la dissolution se cristallise par le refroidissement. Quand on la fait évaporer, le sel est sujet à s'élever solide sur les parois des évaporatoires, ou à *grimper*, comme on le dit communément dans l'histoire de la cristallisation.

G. *Décomposition; proportions.*

10. Le phosphite d'ammoniaque, outre la propriété qu'il a de donner du phosphore quand on le chauffe avec le charbon, et celle d'être décomposé par les acides, a de plus pour caractère spécifique de l'être par la chaux, la barite, la strontiane, la potasse et la soude qui en dégagent l'ammoniaque et s'emparent de son acide. La magnésie ne le décompose qu'en partie et forme, avec celle qu'il ne décompose pas, un phosphite triple dont on va dire un mot dans l'espèce suivante. Il s'unit aussi immédiatement avec le phosphite de magnésie qui le porte au même état de sel triple.

11. Les trois composans de ce sel sont dans les rapports suivans :

Ammoniaque.	51.
Acide phosphoreux. .	26.
Eau.	23.

H. *Usages.*

12. On n'a point employé encore le phosphite d'ammoniaque, et ce n'est jusqu'ici qu'un objet de curiosité.

ESPÈCE VIII. — *Phosphite ammoniaco-magnésien.*

On n'a presque point étudié encore les propriétés de ce sel triple; mais on sait qu'il existe, comme tous les autres sels

ammoniaco-magnésiens. On le prépare, soit en décomposant en partie le phosphite d'ammoniaque par la magnésie, soit en mêlant les dissolutions des deux phosphites ensemble. Le phosphite triple se dépose assez promptement si ces dissolutions sont assez concentrées ; il est très-peu soluble, cristallisable, et présente en partie les propriétés de chacun des deux sels qui le composent. Il n'est décomposé complétement que par les acides forts, la chaux, la barite et la strontiane.

ESPÈCE IX. — *Phosphite de glucine.*

On n'a point encore examiné la combinaison de l'acide phosphoreux avec la glucine ; mais comme cette combinaison doit exister d'après les affinités reconnues de cette terre pour les acides, il est nécessaire de compter ce sel comme espèce au rang de celles de ce genre. Il serait possible que l'ordre de ses attractions fut ici différent de celui que je lui donne seulement par analogie ; l'expérience décidera mieux sa place par la suite.

ESPÈCE X. — *Phosphite d'alumine.*

A. *Synonymie ; histoire.*

1. Aucun chimiste n'a encore parlé de ce sel et il n'a pas reçu d'autre nom que celui que la nomenclature méthodique lui assigne ; on n'en connaît encore qu'imparfaitement les propriétés.

B. *Propriétés physiques.*

2. Il a une saveur styptique très-marquée. Il ne prend point de forme cristalline, mais seulement la forme et la consistance épaisse et visqueuse des gommes ramollies, ou qui passent

de l'état liquide à l'état solide en se séchant à l'air. Il est entièrement inconnu dans la nature.

C. *Préparation.*

On le fait de toutes pièces, en combinant directement l'acide phosphoreux avec l'alumine ; on évapore sa dissolution jusqu'à lui donner le degré de consistance qu'on desire qu'elle ait.

D. *Action du calorique.*

Il se boursoufle au feu moins que l'alun, il exhale du phosphore, ou des lueurs phosphoriques ; il ne prend point la forme vitreuse aussi bien que les phosphates, mais il conserve la légèreté et le volume considérables qu'il avait acquis en se boursouflant.

E. *Action de l'air.*

5. Il n'attire point l'humidité de l'air.

F. *Action de l'eau.*

6. Il est dissoluble très-facilement dans l'eau ; on ne peut pas faire cristalliser sa dissolution.

G. *Décomposition.*

7. Toutes les bases terreuses et alcalines décomposent le phosphite d'alumine et précipitent cette terre de sa dissolution. On ne connaît pas la proportion de ses principes.

H. *Usages.*

8. Il n'est d'aucun usage.

ESPÈCE XI. — *Phosphite de zircone.*

Ce sel, qu'on sait bien pouvoir exister, n'a encore été exa-

miné par aucun chimiste, à cause de la rareté et de la cherté de la zircone.

ARTICLE X.

GENRE IX.

FLUATES TERREUX ET ALCALINS.

§. Ier.

Des caractères génériques de ces sels.

1. Les fluates ou les combinaisons de l'acide fluorique avec les bases terreuses et alcalines ne sont découvertes que depuis 1776. C'est Schéele qui les a fait connaître le premier dans les mémoires de l'académie de Stockholm pour cette année. Peu d'auteurs en ont traité depuis lui. Quelques-uns en ont voulu nier l'existence et les faire regarder comme des muriates. Mais Schéele a lui-même répondu aux objections qui lui ont été faites, et prouvé que ceux qui les confondaient avec des muriates commettaient une erreur grossière. Ceux des chimistes qui ont répété les expériences du célèbre suédois les ont trouvées entièrement exactes, et les ont confirmées. On n'a point désigné ces sels par un nom particulier avant la nomenclature méthodique.

2. Il n'y a que très-peu de fluates qu'on ait trouvés dans la nature. Presque toutes les espèces de ce genre sont préparées artificiellement avec l'acide fluorique qu'on retire du fluate de chaux, le seul natif abondamment répandu : on unit cet acide aux différentes bases. On obtient les fluates purs en prenant les matières qu'on veut combiner, dans un état de pureté. Souvent les chimistes les préparent en combinaisons triples, comme je le ferai voir dans le dénombrement et l'examen des espèces. Quand ils sont de nature à se cristalliser,

on leur donne la forme régulière qui annonce en général leur pureté. Souvent on est obligé de les conserver dans l'état liquide ou de les dessécher en poussière quand ils ne sont pas cristallisables.

3. Les propriétés physiques n'étant pas constantes ni susceptibles de caractériser le genre de ces sels, elles doivent être énoncées dans l'histoire des espèces. En général ceux de ces sels qui sont sapides ont une saveur salée, piquante, peu amère, et non désagréable.

4. Plusieurs semblent se pénétrer de lumière, et la répandent ensuite dans l'obscurité; par l'action du calorique, ils décrépitent, brillent d'une lueur phosphorique et se fondent en prenant un caractère vitreux. Aucun n'est décomposable par la seule action du feu; leur phosphorescence et leur fusibilité sont très-différentes de celles que présentent les phosphates et les phosphites.

5. Ils n'éprouvent aucune altération de la part de l'oxigène ni de l'azote, ne les absorbent et ne les modifient en aucune manière. Quelques espèces exposées à l'air en absorbent l'humidité.

6. Les corps combustibles ne causent aucun changement aux fluates, et l'on a vu qu'il en était ainsi de l'acide fluorique. Ces sels ont même si peu d'action sur les fluates, qu'en les employant quelquefois comme fondans des mines, ils laissent les métaux dans toute leur pureté et leur intégrité.

7. Plusieurs fluates sont dissolubles, d'autres sont indissolubles. Ils se combinent souvent avec les oxides métalliques, se fondent avec eux et se colorent par cette combinaison, de manière à imiter des pierres gemmes.

8. Parmi les acides, il n'y a que le sulfurique, le nitrique et le muriatique, qui décomposent les fluates à froid et qui en dégagent l'acide fluorique. C'est par ce dégagement même et par le gaz fluorique, si reconnaissable par son odeur et son action sur la silice et le verre, que l'on peut facilement et sûrement

reconnaître les fluates ; c'est ce gaz qui constitue véritablement leur caractère générique. L'acide phosphorique les décompose, à l'aide de la chaleur, et en dégage l'acide fluorique. L'acide boracique même agit d'une manière assez marquée sur ces sels, à l'aide d'une haute température. L'acide fluorique rend souvent dissolubles les fluates qui ne jouissent point de cette propriété par eux-mêmes.

9. La silice agit d'une manière remarquable sur le plus grand nombre des fluates ; elle se fond avec eux par la chaleur et entre dans une combinaison vitreuse. Souvent même elle s'y combine par la voie humide et passe avec eux à l'état de sels triples et silicés. C'est le seul genre qui présente ce caractère bien remarquable, et il le doit à la nature de son acide. Cette propriété est si marquée que, quand on évapore les dissolutions des fluates dans des vaisseaux de verre, elles enlèvent de la silice et forment des sels triples.

10. La barite, la strontiane, la magnésie, tiennent, après la chaux, leur rang successif dans l'ordre de leur attraction pour l'acide fluorique, et déterminent le placement réciproque des espèces dans ce genre. La chaux les décompose toutes. Plusieurs de ces bases s'unissent ensemble à l'acide fluorique et constituent des sels triples assez nombreux dans le genre, comme on va le voir.

11. Les fluates ont des actions diverses sur les autres sels neutres, quoique ces actions n'aient point encore été assez exactement observées.

12. Les fluates ne sont encore d'aucun usage, si l'on en excepte celui de chaux. Il n'est pas douteux que lorsqu'on les aura plus étudiés qu'on ne l'a encore fait, on leur reconnaîtra des propriétés utiles, et qu'on les emploiera dans des arts où l'on ne soupçonne pas encore leur application.

13. J'admets quinze espèces de fluates terreux et alcalins que je range dans l'ordre suivant, en raison de la force d'attraction de ces bases pour l'acide fluorique.

1°. Fluate de chaux.
2°. Fluate de barite.
3°. Fluate de strontiane.
4°. Fluate de magnésie.
5°. Fluate de potasse.
6°. Fluate de potasse silicé.
7°. Fluate de soude.
8°. Fluate de soude silicé.
9°. Fluate d'ammoniaque.
10°. Fluate ammoniaco-magnésien.
11°. Fluate ammoniaco-silicé.
12°. Fluate de glucine.
13°. Fluate d'alumine.
14°. Fluate de zircone.
15°. Fluate de silice.

14. Le plus grand nombre de ces espèces n'étant pas connu, je ne suivrai que pour la première et la plus importante de toutes, les huit divisions que j'ai coutume de parcourir dans l'histoire particulière des sels. Le peu de notions que l'on a encore sur les quatorze autres n'exigera que très-peu de détails sur chacune d'elles, en suivant cependant dans des numéros correspondans les propriétés qui sont relatives à ces huit divisions, lorsqu'elles seront connues. Ce dénombrement de quinze espèces de fluates réellement existans, tient à ce que ce genre nombreux est celui qui comprend le plus de sels triples ou à deux bases.

§. II.

Des caractères spécifiques des fluates terreux et alcalins.

ESPÉCE I. — *Du fluate de chaux.*

A. *Synonymie; histoire.*

1. Le fluate de chaux, long temps regardé comme une pierre par les minéralogistes, a été nommé *spath fluor*, *spath phosphorique*, *spath cubique*, *fluor-spathique*, à cause de son tissu lamelleux, de sa fusibilité, de sa phosphorescence et de sa forme cubique. Pendant long temps, l'on a ignoré que ce sel fut une combinaison d'un acide particulier avec la terre calcaire. C'est à Schéele que l'on doit la connaissance de sa nature intime.

B. *Propriétés physiques; histoire naturelle.*

2. Ce sel existe abondamment dans la nature; c'est un des fossiles qu'on trouve le plus fréquemment en veines, en filons, en tas, en cristaux. Il pèse 3,150. Il n'a point de saveur. Il est transparent ou demi-transparent. Il varie beaucoup dans sa couleur; on en rencontre souvent de vert, de violet, de jaune, de rouge, de bleu. Les deux premières variétés sont les plus communes. Leur coloration est due au fer, quelquefois aussi au manganèse. Le blanc bien transparent est le plus pur et celui qu'il faut choisir pour les expériences.

3. Sa forme est souvent régulière et en cube parfait. C'est sur ce sel que le célèbre cristallographe Haüy a fait ses premières observations sur les formes primitives des cristaux, et sur les variations que les décroissemens déterminés de leurs molécules, dans leur aggrégation successive, font naître dans les figures diverses que présentent ces cristaux. C'est à une frac-

ture fortuite d'un beau cube de fluate de chaux, qui lui présenta une apparence d'octaèdre et une séparation de lames dans le sens du cube, que cet habile minéralogiste dût la première idée de l'ingénieuse dissection des cristaux, de l'extraction de leurs noyaux primitifs ; et ce sel est la source première de tant d'importantes variétés trouvées depuis cette première découverte par mon illustre compatriote, comme l'origine de la brillante théorie sur la cristallisation, qu'il en a tirée par l'expérience et par le calcul. On doit donc voir dans ce sel le fondement d'un des plus beaux monumens qu'on ait élevé de nos jours sur l'histoire des minéraux.

4. Le cube de fluate de chaux natif est souvent comme tronqué sur un ou plusieurs de ses angles. Du sein de ce cube régulier, sort par la dissection successive des angles, par les troncatures qu'on pratique, et les lames triangulaires qu'on enlève, un octaèdre parfait qui est la forme primitive du sel ou son noyau, composé lui-même de petits tétraèdres qui paraissent être la figure de ses molécules constituantes.

5. On trouve quelquefois des cristaux octaèdres de fluate de chaux ; c'est ce que le citoyen Haüy nomme fluate de *chaux primitif.* Les variétés de formes que la nature présente et que la cristallotomie montre dans ce sel peuvent se réduire aux suivantes, d'après le travail de l'exact et infatigable observateur que j'ai cité.

Forme primitive. L'octaèdre régulier. Molécule intégrante. Le tétraèdre régulier.

Variétés.

1°. *Fluate de chaux primitif.*

2°. *Fluate de chaux cubique.*

3°. *Fluate de chaux cubo-octaèdre.* Le cube dont les six angles solides sont interceptés par des facettes parallèles à celles de l'octaèdre primitif.

4°. *Fluate de chaux cubo-décaèdre.* Le cube, dont les douze

arètes sont interceptées par des facettes qui, réunies jusqu'à s'entrecouper en masquant le cube, produiraient un dodécaèdre à plans rhombes.

16. On rencontre aussi le fluate de chaux en masses irrégulières, en espèces de dépôts, en mélanges avec des pierres diverses, en poudre même, comme il est mêlé avec le phosphate de chaux natif dans la terre de Marmarosch en Hongrie.

C. *Préparation.*

7. Quand on choisit le fluate de chaux natif blanc et transparent, il est parfaitement pur, et il peut servir à toutes les expériences possibles sans avoir besoin d'aucune préparation. La petite quantité de silice qu'il contient souvent ne l'altère que très-peu. Celui qui est coloré en vert et en violet contient du fer ou du manganèse, et présente dans les essais chimiques quelques propriétés qui sont dues à ces métaux.

8. On fait artificiellement du fluate de chaux très-pur, et présentant toutes les propriétés du naturel, en unissant de l'acide fluorique avec de l'eau de chaux. Le sel se dépose en poussière au fond des liqueurs; on le lave bien à grande eau, et on le fait sécher.

D. *Action du calorique.*

9. Le fluate de chaux décrépite par une chaux vive. Il acquiert promptement la propriété de luire dans l'obscurité par l'action de la chaleur, qui ne lui fait rien perdre. Cette phosphorescence a lieu dans l'eau et dans les acides comme dans l'air; elle brille encore dans le vide, où elle s'affaiblit cependant plus vîte. Quand on a rendu ainsi phosphorescent le fluate de chaux par l'action du feu, et qu'il a perdu cette propriété par le temps, il ne peut plus la reprendre par une nouvelle calcination. Il parait donc que c'est un principe volatil qui est la cause de sa propriété phosphorique; mais

il est si peu pesant et si peu abondant, qu'on n'a pu encore en déterminer le poids ni en connaître la nature. Après avoir perdu cette propriété, le fluate de chaux ne peut la recouvrer, ni par l'exposition au soleil, ni par la calcination avec le charbon. Lorsqu'on le jette en poudre sur un fer ou sur une brique rouge, chaque molécule exhale une lumière légèrement bleue ou violette, sans exhaler d'odeur sensible, ni perdre aucune autre de ses propriétés que sa phosphorescence.

10. Le fluate de chaux, poussé au feu après sa décrépitation et sa phosphorescence, se fond et coule en verre transparent. C'est par cette propriété qu'il sert quelquefois de fondant; c'est elle qui l'a fait nommer *spath fluor* ou *fusible*. Il ne change ni de poids ni de nature par cette fusion, et présente encore toutes ses propriétés caractéristiques, après qu'il l'a éprouvée.

11. Le fluate de chaux artificiel jouit absolument des mêmes caractères que le natif. Schéele a même remarqué qu'il était plus phosphorescent que ce dernier.

E. *Action de l'air.*

12. L'action de l'air est entièrement nulle sur le fluate de chaux; il perd à la longue son brillant et son poli par le contact de l'atmosphère; mais c'est à l'action mécanique et lente des météores qu'il doit cette légère altération de forme; elle n'en apporte aucune dans sa composition intime.

F. *Action de l'eau.*

13. Le fluate de chaux, natif ou artificiel, est également indissoluble dans l'eau; cependant tout annonce que la nature dissout ce sel et le fait cristalliser par une dissolution aqueuse. On ignore encore absolument son procédé, à moins qu'on ne pense que c'est par un excès d'acide fluorique qu'elle l'opère.

G. *Décomposition.*

14. On n'opère la décomposition du fluate de chaux, dans l'intention d'en obtenir l'acide et d'en connaitre en même temps la base, que par le moyen des acides. Quoique le sulfurique, le nitrique et le muriatique puissent servir également à cette opération, on préfère le premier comme moins cher, et comme décomposant d'ailleurs plus facilement et plus comment le sel dont il s'agit.

15. L'acide sulfurique concentré en dégage à froid et avec effervescence l'acide fluorique en gaz. Celui-ci, à mesure qu'on en a favorisé le dégagement par le calorique, réagit sur les vaisseaux de verre, qu'il dépolit, qu'il ronge et qu'il perfore même de manière à se faire jour au-dehors de l'appareil. Aussi cette distillation est-elle une des plus difficiles opérations de chimie. Aucun vaisseau, aucun lut ne résistent; et l'on ne peut pas se procurer l'acide fluorique comme les autres. C'est là ce qui a empêché qu'on ne l'examinât plus qu'on ne l'a encore fait, et qu'on étudiât les propriétés qu'il offre dans ses combinaisons. On a proposé d'employer des cornues et des récipiens de plomb, afin d'obtenir de l'acide fluorique pur, et d'éviter la destruction des appareils et la perte de l'acide. Si l'on a pris du fluate de chaux bien pur et sans quartz pour faire cette distillation par le dernier procédé, l'acide fluorique ne dépose point de silice sur les parois mouillés des vaisseaux.

16. Aucune base terreuse et alcaline ne décompose ni n'altère le fluate de chaux; il n'y a que les alcalis saturés d'acide carbonique qui en séparent les principes par une double attraction. La silice entre en fusion avec lui, à une haute température.

17. On ne connait pas l'action du fluate de chaux sur le grand nombre des sels décrits jusqu'ici. Schéele annonce cependant qu'en le chauffant avec le double de son poids de

sulfate d'ammoniaque, on obtient un peu d'ammoniaque, du fluate d'ammoniaque qui se sublime, et du sulfate de chaux qui reste au fond des vaisseaux. On n'a point apprécié encore les proportions des composans de ce sel.

H. *Usages.*

18. Outre les usages du fluate de chaux dans la chimie pour dépolir le verre, graver sur ce corps, obtenir l'acide fluorique, on emploie souvent ce sel pour faire des vases, des coupes, des pyramides, de petits morceaux de sculpture, etc. Il sert encore de fondant pour le traitement de quelques minerais qu'il accompagne, et pour la fusion de quelques pierres.

ESPÈCE II. — *Fluate de barite.*

1. L'acide fluorique enlève la barite aux acides nitrique et muriatique; il forme avec elle un sel assez dissoluble, que l'acide sulfurique décompose avec effervescence, et qui est précipité par l'eau de chaux. On ne connaît ni les proportions ni les autres propriétés de ce sel, qui n'a pas encore été examiné par les chimistes.

ESPÈCE III. — *Fluate de strontiane.*

1. C'est à cause de l'analogie de la strontiane avec la barite et de la manière dont elle a coutume de la suivre immédiatement dans les genres de combinaisons salines où quelques terres l'emportent sur plusieurs alcalis, que je place ici le fluate de strontiane, dont les chimistes d'ailleurs ne se sont point occupés, dont aucun n'a encore même indiqué les premières et principales propriétés, la saveur, la forme, la dissolubilité, etc.

ESPÈCE IV. — *Fluate de magnésie.*

1. Schéele s'est contenté de dire sur cette combinaison saline, que la magnésie était dissoute par l'acide fluorique, qu'elle se précipitait aussitôt avec lui, et formait avec cette terre une masse gélatineuse.

2. Bergman a donné quelques détails de plus sur le fluate de magnésie. Suivant lui, une grande partie de ce sel se dépose à mesure que la saturation de l'acide par cette terre approche. La dissolution fournit cependant, par l'évaporation spontanée, une sorte de mousse transparente qui grimpe sur les parois du vase, et qui présente quelques filets cristallins alongés. On obtient aussi dans le fond du vaisseau des cristaux en prismes hexagones terminés par une pyramide peu élevée, composée de trois rhombes.

3. Ce sel, suivant le dernier chimiste cité, n'éprouve aucune altération de la part du feu le plus violent. Aucun acide ne peut le décomposer par la voie humide.

4. Je soupçonne, et par les formes variées et par les autres propriétés énoncées ici par Bergman, qu'il a traité un sel triple, dans lequel la silice, enlevée avec le verre par l'action du sel fluorique, a joué un rôle particulier. Au reste, les faits singuliers décrits par cet illustre chimiste méritent qu'on répète ses expériences, et qu'on étudie avec soin le fluate de magnésie.

ESPÈCE V. — *Fluate de potasse.*

1. Schéele et Bergman sont les deux premiers et presque les seuls chimistes qui aient décrit quelques propriétés du fluate de potasse, et prouvé que ce sel jouissait de caractères qui

le distinguaient de tous les autres, et suffiraient seules pour attribuer à son acide une existence particulière.

2. Quand on sature l'acide fluorique de potasse, il se forme une masse gélatineuse qui ne donne jamais de cristaux, qui a une saveur un peu acre et salée. En l'évaporant à siccité, elle attire ensuite l'humidité de l'air. Si on le chauffe fortement dans un creuset, elle se fond sans effervescence; elle est ensuite caustique; elle attire l'humidité, et se comporte comme la liqueur des cailloux. Il est vraisemblable que dans cette expérience un peu de potasse à nu aura agi sur la terre du creuset.

3. Le fluate de potasse est très-dissoluble dans l'eau; il en retient tant entre ses molécules, qu'il est presque toujours mou, et qu'il se boursouffle en se fondant.

6. La dissolution de fluate de potasse est décomposée par l'eau de chaux, la dissolution de barite et la magnésie; la liqueur surnageante retient de la potasse pure. La même dissolution de ce sel précipite le muriate de chaux et le sulfate de magnésie.

7. Les acides sulfurique et nitrique le décomposent comme toutes les espèces de fluate.

8. On n'en connaît point les proportions; il n'est encore d'aucun usage.

ESPÈCE VI. — *Fluate de potasse silicé.*

1. Je distingue ce sel comme une espèce bien caractérisée, parce que c'est elle qu'on obtient en effet, soit qu'on unisse l'acide fluorique obtenu dans des vaisseaux de verre et saturé de silice, avec la potasse, qui ne sépare qu'une portion de cette terre, soit qu'on laisse séjourner ou qu'on fasse chauffer dans de pareils vaisseaux une dissolution bien pure de fluate de potasse, formée avec l'acide obtenu dans des vases métalliques. C'est là ce qui est arrivé à Schéele en calcinant

son sel dans un creuset, et sans doute après l'avoir préparé dans des vases de verre. Cette combinaison triple, encore peu connue, mérite, comme toutes les suivantes également peu examinées, l'attention et les recherches des chimistes. L'état actuel de la science à leur égard ne me permet que de les énoncer.

ESPÈCE VII. — *Fluate de soude.*

1. Il est étonnant que Schèele, si exact et si habile observateur, se soit contenté de dire que l'acide fluorique donnait avec la soude absolument les mêmes produits qu'avec la potasse. Les chimistes qui ont continué à examiner depuis lui cette combinaison, en y trouvant quelques propriétés analogues, y ont vu aussi des différences très-notables et très-caractéristiques.

2. Le fluate de soude, fait avec de l'acide pur et non silicé, bien saturé, évaporé jusqu'à légère pellicule de sa dissolution, donne de petits cristaux cubiques et parallélogrammatiques d'une saveur un peu amère et styptique. Ces cristaux décrépitent sur des charbons, se fondent ensuite, et donnent des globules demi-transparens, au chalumeau, sans y perdre leur acide.

3. Il n'est pas déliquescent à l'air, ne se dissout qu'avec peine dans l'eau, à raison de sa densité, et se cristallise, comme auparavant, par une lente évaporation.

4. Les acides concentrés en dégagent l'acide fluorique avec effervescence. L'eau de chaux, la barite, la magnésie le décomposent et en précipitent la dissolution en fluates terreux. On retrouve la soude pure dans la liqueur surnageante.

5. On ne connaît point la proportion de ses principes, et il n'est encore d'aucun usage.

6. On a eu tort de le comparer au muriate de soude, et

de croire qu'il était le même sel; il en diffère à tant d'égards qu'il est impossible de le confondre avec ce muriate.

ESPÈCE VIII. — *Fluate de soude silicé.*

1. Il en est du fluate de soude comme de celui de potasse, et vraisemblablement comme de toutes les autres espèces de ce genre. Il peut être en état de sel triple silicé, soit qu'on l'ait préparé avec de l'acide fluorique tenant cette terre en dissolution, soit qu'on ait laissé séjourner ou évaporer la sienne dans des vaisseaux de verre. L'acide fluorique a tant de disposition à dissoudre la silice, que, quoique saturé de soude et de toute autre base, à ce qu'il paraît, il dissout encore cette terre par-tout où il la trouve. C'est vraisemblament dans cet état de double saturation par la chaux et la silice qu'il se rencontre dans la nature, et qu'on doit considérer le spath fluor. Il est certain au moins que c'est souvent dans cet état que les chimistes obtiennent le fluate de soude. On peut croire qu'ils n'ont même eu jusqu'ici que du fluate de soude silicé. En le chauffant fortement, on obtient pour résidu de la soude silicée; et c'est là, sans doute, ce qui a porté Schéele à dire que la combinaison de l'acide fluorique avec la soude se comportait comme son union avec la potasse. Ces singulières modifications exigent, pour être bien connues, des recherches que les chimistes n'ont point entreprises encore.

ESPÈCE IX. — *Fluate d'ammoniaque.*

1. On ne connaît point encore le fluate d'ammoniaque; car il est évident que celui dont Schéele a parlé était chargé d'une certaine quantité de silice, et conséquemment dans

l'état du sel triple dont je fais l'espèce suivante. Cependant, du résultat des expériences de cet habile chimiste on peut tirer quelques propriétés qui, indépendantes de l'état de fluate ammoniaco-silicé, peuvent servir, en les rapprochant, à caractériser le fluate d'ammoniaque pur.

2. Il paraît que le fluate ammoniacal, séparé par l'évaporation de la plus grande partie de la silice qu'il contient si abondamment, se cristallise en petites aiguilles ou en petits prismes, d'une saveur piquante assez analogue à celle du sulfate d'ammoniaque.

3. Chauffé, ce sel donne de l'ammoniaque et se sublime en fluate acide; il décompose le muriate et le nitrate de chaux, ainsi que le sulfate de magnésie.

4. Malgré la séparation de la silice indiquée, le sel est encore en partie silicé, puisqu'après s'en être servi pour précipiter la dissolution nitrique d'argent, Schéele, en chauffant ce dernier précipité au chalumeau, a encore obtenu sur le charbon un cercle quartzeux.

5. Ainsi l'on ne connaît pas encore le véritable fluate d'ammoniaque.

ESPÈCE X. — *Fluate ammoniaco-magnésien.*

1. Il existe un fluate ammoniaco-magnésien, puisque les dissolutions des deux fluates dont il est formé se précipitent ensemble et donnent un sel cristallisé, comme je m'en suis assuré. Mais on n'a étudié aucune propriété de ce trisule; et je ne l'indique ici, je ne lui donne une place parmi les espèces de fluates, que pour avertir de son existence, faire connaître la constance de ces sels ammoniaco-magnésiens dans tous les genres, et engager les chimistes à l'étudier.

ESPÈCE XI. — *Fluate ammoniaco-silicé.*

1. Cette espèce de sel triple est celle que l'on obtient toujours en combinant l'acide fluorique distillé dans des vaisseaux de verre avec l'ammoniaque, quoique cette dernière substance précipite une partie de la silice en s'y unissant. Elle en précipite même encore une autre quand on la chauffe pour l'évaporer; et cependant le fluate ammoniacal que l'on obtient par l'évaporation donne encore des traces de silice. Il y a donc une singulière adhérence entre l'acide fluorique et cette terre, puisqu'il en retient, quoique surchargé d'ammoniaque, et puisque cet acide a d'ailleurs une si grande disposition à former des sels triples silicés peu connus, mais qui méritent bien de l'être.

ESPÈCE XII. — *Fluate de glucine.*

1. Le citoyen Vauquelin n'a pas parlé de la combinaison de l'acide fluorique avec la glucine; je ne peux donc qu'en annoncer l'existence, et compter ce sel parmi les espèces du genre qui m'occupe. C'est aussi par analogie seulement que je place cette espèce entre les fluates ammoniacaux et le fluate alumineux. Il serait possible que, par des recherches ultérieures, on lui découvrît un autre rang, comme semble l'annoncer l'ordre d'attraction de la magnésie placée ici avant les alcalis fixes et l'ammoniaque.

ESPÈCE XIII. — *Fluate d'alumine.*

1. Schéele n'a rien dit autre chose de cette combinaison, sinon que l'acide fluorique donnait avec l'alumine une faible dissolution qui ne pouvait être cristallisée, et qui se prenait en gelée. J'ajoute que cette dissolution est toujours acide,

astringente, décomposable et précipitable par toutes les bases terreuses et alcalines, et susceptible de s'unir à la silice et aux alcalis, en sels triples nombreux dont aucun chimiste n'a encore parlé.

ESPÈCE XIV. — *Fluate de zircone.*

1. Cette combinaison qu'il est nécessaire de compter parmi les espèces de ce genre, parce qu'on ne peut douter de son existence, n'a point encore été examinée, soit à cause du peu de temps depuis lequel la zircone a été découverte, soit à cause de la rareté et du peu d'abondance de cette terre.

ESPÈCE XV. — *Fluate de silice.*

1. Il n'y a point d'acide qui dissolve avec autant de facilité et de promptitude la silice que l'acide fluorique. Il l'enlève avec lui et la tient en dissolution aériforme, de tous les corps d'où cet acide se dégage et qui la contiennent. Si les vases dans lesquels on le reçoit en sont en partie composés, il en dissout la portion qui doit le saturer, et il les range, comme on le voit, sur ceux du verre.

2. On a d'abord cru que la silice qu'il dissolvait et emportait dans son état de gaz, s'en séparait lorsqu'on le recevait dans l'eau; mais on s'est bientôt apperçu qu'il en retenait une portion dans son état liquide, moins à la vérité que dans son état gazeux; mais assez pour le saturer sous la forme liquide et pour être sensible par une précipitation abondante, quand on y ajoute des alcalis quelconques; encore dans ce dernier cas en reste-t-il une portion en sel triple, comme je l'ai fait voir dans plusieurs espèces précédentes. On voit souvent l'acide fluorique, à mesure qu'il arrive abondamment sous

la forme de gaz dans l'eau qui le condense, redissoudre la silice qui s'était d'abord précipitée.

3. En supposant qu'on prépare de l'acide fluorique pur et sans silice, et qu'on conserve cet acide liquide dans des vaisseaux de verre, il les attaque bientôt, les dépolit, leur enlève une portion de cette terre, en conservant cependant un grand excès d'acide. C'est dans cet état qu'il forme véritablement le fluate de silice qui ne reste en dissolution dans l'eau qu'à l'aide de l'acide, de sorte qu'on peut regarder cette liqueur comme une sorte de fluate acide de silice.

4. Si l'on évapore cet acide fluorique tenant de la silice ou plutôt du fluate de silice en dissolution, à mesure que l'action du calorique en dégage l'acide en vapeur, une portion de silice correspondante à la quantité d'acide dégagée se dépose, et la liqueur qui reste contient une partie proportionnée à celle de l'acide qui y reste.

5. En évaporant le fluate acide de silice à siccité, les acides puissans, jetés sur ce sel solide, en dégagent de l'acide fluorique qu'une haute température met également en liberté.

6o. La dissolution acide de fluate de silice gardée long temps dans un vase qui permet une évaporation légère, laisse former au fond des vases qui la contiennent, de petits cristaux brillans, transparens, durs, et qui paraissent des rhomboïdes: ce sel que j'ai obtenu plusieurs fois est un véritable fluate de silice; on en dégage l'acide fluorique par l'action du feu, par celle des acides concentrés; ils se dissolvent en partie dans les alcalis, et font des sels triples silicés.

7. Les propriétés de ce sel suffiraient seules pour distinguer l'acide fluorique de tous les autres; mais s'il pouvait rester encore quelques doutes à cet égard, si l'on pouvait prétendre encore que cet acide et ses combinaisons se rapprochent du muriatique et des muriates, et se confondent avec eux; il suffirait de rapprocher quelques-unes de leurs propriétés caractéristiques, en les comparant à celles de ces matières

muriatiques, pour qu'aucun homme sensé ne pût pas conserver une pareille idée.

a. L'acide fluorique et même les fluates alcalins dissolvent facilement, par la voie sèche et par la voie humide, de la silice avec laquelle ils forment des sels triples silicés, et qu'on ne trouve point dans le muriatique et à plus forte raison dans les muriates. Le peu de silice que ce dernier acide dissout seulement quand elle est très-divisée, s'en sépare à l'aide de l'ébullition, et le muriate de silice n'est ni permanent ni cristallisable.

b. L'acide fluorique forme avec la potasse un sel gélatineux, non cristallisable, amer, qui s'unit en sel triple à la silice. L'acide muriatique uni à la même base forme un sel bien cristallisable qui ne touche point à la silice.

c. La chaux a la plus grande attraction possible avec l'acide fluorique; elle décompose tous les autres fluates, et forme avec lui un sel insipide, indissoluble, incristallisable, très-phosphorique par la chaleur, décrépitant, fusible en un verre transparent, et indécomposable par les alcalis comme par toutes les bases. L'acide muriatique, uni à la chaux, forme un sel d'une saveur très-âcre et très-amère, très-dissoluble dans l'eau et déliquescent, cristallisable en longs prismes à six pans, très-peu phosphorique par l'action du feu, ne décrépitant pas, et décomposable par les alcalis fixes, la barite et la strontiane.

d. L'acide fluorique ne peut pas s'unir à l'oxigène, et n'acquiert pas la propriété de dissoudre l'or par son union avec l'acide nitrique; il ne précipite pas la dissolution nitrique d'argent, lorsqu'il est pur; on sait que ce sont là des propriétés distinctives et caractéristiques de l'acide muriatique.

e. Tous les fluates dissolvent de la silice et forment des sels triples, même dans l'état de dissolution; on ne connaît rien de semblable dans les sels où entre l'acide muriatique.

f. L'acide fluorique est chassé de toutes ses bases par l'acide muriatique, et ce fait, quand il serait seul, donnerait vérita-

blement un caractère si tranché qu'il serait impossible de ne pas admettre une diversité entre deux corps qui obéissent à des attractions aussi différentes.

8. Il est presque superflu de faire voir ici que l'acide fulfurique, que quelques chimistes ont prétendu devenir l'acide fluorique par une modification qu'ils ont supposé produite dans le premier par le fluate de chaux duquel on l'obtient, diffère en tout point de l'acide fluorique par sa pesanteur, sa causticité, son peu de volatilité, l'impossibilité de le réduire en gaz permanent, la propriété de se changer en acide sulfureux et d'être réduit à l'état de soufre par l'action des corps combustibles rouges. Tout annonce donc, et sur-tout les faits quoique peu nombreux encore, qui ont été présentés sur les espèces de fluates, que ces sels très-différens de tous les autres genres, deviendront quelque jour un des plus beaux et des plus utiles sujets des recherches chimiques, et qu'ils fourniront à la science des résultats utiles à ses progrès, comme ils donneront quelque jour aux arts des matériaux ou des instrumens dont on n'a point soupçonné l'importance ni l'utilité, parce qu'on n'a encore presque aucune idée de leur nature.

ARTICLE XI.

GENRE X.

BORATES TERREUX ET ALCALINS.

§. I.

Des caractères génériques de ces sels.

1. Les borates sont dans le même cas que les fluates, quoique leur principale espèce ait été découverte soixante-dix ans au moins avant eux : excepté l'espèce employée dans les arts,

on n'a presque point examiné les combinaisons salines diverses que l'acide boracique est susceptible de former avec les bases. Bergman est un des chimistes qui en a le plus parlé, quoiqu'il n'en ait encore donné que quelques notions générales ; et avant 1781, époque de la première publication de mes élémens de chimie, on n'avait pas même considéré ces sels comme dignes d'occuper une place dans le système chimique, puisqu'on n'en avait traité en particulier dans aucun ouvrage, si ce n'est la dissertation de Bergman sur les attractions électives, où il avait jeté quelques traits utiles, au moins pour en faire concevoir l'importance et pour montrer la nécessité de les étudier. Comme ces espèces de sels n'ont vraiment point été décrits, ni même indiqués systématiquement avant moi, on ne leur a point donné de nom générique.

2. On a cependant un assez grand intérêt à bien connaître les propriétés de ces sels, puisque la nature, en présentant leur acide pur dissous dans les eaux des lacs de Toscane, et depuis, une combinaison saline triple de cet acide avec la chaux et la magnésie aux environs de Lunebourg, annonce qu'elle en prépare une grande quantité, que ces combinaisons tiennent un rang et jouent sans doute un rôle remarquable parmi les fossiles, et qu'elles y sont beaucoup plus nombreuses et beaucoup plus fréquentes qu'on ne l'avait cru jusqu'ici. On ne peut douter non plus, d'après les deux dernières découvertes assez récentes de l'acide boracique et du borate magnésio-calcaire natifs, que la principale espèce des borates, celle qui étant la seule utile et la seule employée depuis long temps a été aussi la seule véritablement examinée, ne soit un produit de la nature, et qu'il n'y existe un plus grand nombre d'espèces de borates qu'on ne l'a pensé.

3. Les borates sont d'une saveur un peu âcre et styptique, lorsqu'ils sont sapides. Plusieurs prennent facilement des formes cristallines ou déterminées ; ils sont très-cassans. Une des espèces est très-électrique par la chaleur, et très-peu par le frot-

tement; leur pesanteur comparée à celle des autres genres n'est pas encore bien connue.

4. Ils sont tous inaltérables par la lumière, plus ou moins fixes au feu, et fusibles en verres qui restent quelque temps transparens à l'air et qui finissent par y prendre de l'opacité. Quelques-uns sont décomposables par le calorique; mais le plus grand nombre ne s'y altère point et n'y change point de nature, même en recevant une vitrification décidée.

5. Les borates n'éprouvent aucune action de l'oxigène et de l'azote sur lesquels ils n'agissent point eux-mêmes, soit lorsque ces corps sont en état de gaz, soit lorsqu'ils sont fixés dans d'autres. Dans l'air, le plus grand nombre des borates s'effleurissent ou restent sans altération. Aucune espèce n'est déliquescente.

6. Comme les fluates et les muriates, ces sels ne sont en aucune manière changés ni modifiés dans leur nature par aucun corps combustible à quelque température qu'on les traite avec ceux-ci. On a vu dans l'histoire de l'acide boracique qu'il était entièrement et complétement inaltérable par les matières inflammables, et que cette inaltérabilité même était la véritable cause de l'ignorance où l'on était encore de sa nature intime. Uni à des bases, il n'est pas plus altérable qu'il ne l'est seul.

7. L'eau dissout assez bien quelques borates; il en est d'autres qu'elle ne peut pas dissoudre; en général même ce genre peut être regardé comme contenant des espèces peu dissolubles, lorsqu'on les compare à celles des genres précédens et du suivant. Cependant quelques borates, plus dissolubles à chaud qu'à froid, se cristallisent à mesure que leur dissolution perd le calorique qui en élevait la température.

8. Beaucoup d'oxides métalliques se combinent avec les borates par la fusion et donnent des verres colorés, dont la nuance sert souvent aux minéralogistes de caractères pour reconnaître les minéraux qu'ils traitent au chalumeau.

9. C'est spécialement dans la manière d'agir des acides sur les borates que consiste leur caractère le plus marqué et le plus distinctif. Les acides sulfurique, nitrique, muriatique, phosphorique et fluorique, décomposent les borates par la voie humide, soit qu'on verse dans leurs dissolutions ces acides en suffisante quantité pour absorber leurs bases et en séparer l'acide boracique, soit qu'on les chauffe dans des vaisseaux fermés, avec ces acides ou même quelques-uns des sels qui les contiennent, après avoir ajouté aux borates une petite quantité d'eau, pour les réduire en une espèce de pâte. Dans le premier cas, l'acide boracique se dépose pendant le refroidissement, en cristaux lamelleux et brillans, parce qu'on a soin d'employer des dissolutions chaudes et assez concentrées. Dans la second, cet acide s'élève, à l'aide de l'eau en vapeur, et se sublime au haut des appareils en petites écailles micacées; le dernier moyen peut et doit être employé avec les borates indissolubles pour en reconnaître l'acide; l'autre est bien préférable, lorsqu'on opère sur des borates dissolubles. Aussi verra-t-on que c'est le seul et véritable procédé suivi dans les laboratoires pour obtenir l'acide boracique pur.

10. L'acide carbonique est le seul qui n'ait aucune action sur les borates, et il est d'ailleurs bien remarquable que l'attraction de tous les acides précédens pour les bases, plus forte que celles de l'acide boracique, change entièrement à l'aide d'une température élevée, et qu'excepté le phosphorique, l'acide boracique devient alors capable de chasser tous les autres acides des bases dont il s'empare à raison de sa fixité et de sa vitrifiabilité.

11. Les bases suivent, dans l'action qu'elles exercent réciproquement sur les borates, l'ordre d'attraction qu'elles ont pour l'acide de ces sels, et l'on observe qu'ici ces attractions ressemblent assez à celles qu'elles ont pour l'acide fluorique, en sorte que la disposition méthodique des espèces de borates, fondée sur cette force relative, doit être fort analogue à celle qui a été suivie dans l'histoire des fluates.

12. Les borates se comportent diversement avec les sels déja décrits ; en général ceux à base d'alcalis, décomposent plusieurs sulfates, nitrates et muriates terreux, et y occasionnent des précipités, à raison de la forte attraction de l'acide boracique pour les terres et de l'insolubilité des sels qu'il forme avec elles.

13. Ce genre de sels comprend quatorze espèces bien distinctes, dont deux sont triples et une variable par la proportion diverse de sa base. En les rangeant suivant l'ordre d'attraction des bases, reconnu dans ce genre de corps, voici leur dénombrement et leur nomenclature :

1°. Borate de chaux ;
2°. Borate de barite ;
3°. Borate de strontiane ;
4°. Borate de magnésie ;
5°. Borate magnésio-calcaire ;
6°. Borate de potasse ;
7°. Borate de soude ;
8°. Borate sursaturé de soude ;
9°. Borate d'ammoniaque ;
10°. Borate ammoniaco-magnésien ;
11°. Borate de glucine ;
12°. Borate d'alumine ;
13°. Borate de zircone ;
14°. Borate de silice.

14. De ces quatorze espèces de sels il n'y en a que deux ou trois qu'on connaisse assez exactement. Les dix autres n'ont point ou presque point été examinées ; plusieurs mêmes n'ont point encore été préparées dans les laboratoires, et je ne compte leur existence que d'après une analogie non douteuse. Je n'en aurai donc que très-peu à décrire avec exactitude. Le plus grand nombre n'exigera presque que le simple énoncé de leur nature générale, ou n'offrira que quelques propriétés peu nombreuses encore, et la plupart même seulement entrevues.

§. I I.

Des caractères spécifiques des borates terreux et alcalins.

ESPÈCE I. — *Borate de chaux.*

1. On n'a point encore étudié les propriétés de cette combinaison avec assez de soin pour pouvoir en offrir une histoire suivie. Tout ce qu'on en sait se réduit au peu de notions suivantes.

2. On ne prépare qu'avec difficulté le borate calcaire, en versant une dissolution d'acide boracique dans de l'eau de chaux, ou en décomposant les borates alcalins solubles par l'eau de chaux ; il se fait dans l'un et l'autre cas un précipité d'un sel presque insoluble en poudre blanche insipide, qui n'est décomposable par aucune des bases, et que les acides seuls peuvent détruire plus ou moins facilement, soit par le contact, soit en les faisant chauffer sur cette substance saline.

3. Il est vraisemblable que ce sel existe dans la nature, quoiqu'on ne l'y ait pas encore trouvé seul, mais combiné en sel triple, comme nous le verrons plus bas.

4. On n'en fait aucun usage encore ; on ne le prépare dans les laboratoires et dans les démonstrations chimiques que pour prouver l'attraction forte que la chaux exerce sur l'acide boracique.

ESPÈCE II. — *Borate de barite.*

1. Quoiqu'on n'ait fait presqu'aucune expérience encore sur la combinaison de l'acide boracique avec la barite, on sait cependant que le sel qui en résulte et qu'on prépare en

versant une dissolution d'acide boracique dans une dissolution de barite est insoluble, en poudre blanche insipide, et que l'adhérence de ces deux corps est très-peu forte, puisque, suivant Bergman, les acides végétaux les plus faibles ont la propriété de les séparer. Il n'est pas invraisemblable que ce composé salin existe dans la nature.

ESPÈCE III. — *Borate de strontiane.*

1. On n'a point encore combiné la strontiane avec l'acide boracique depuis la découverte de cet alcali. En général les chimistes ont encore négligé d'examiner jusqu'ici l'action de cet acide comme celle de l'acide fluorique sur les nouvelles substances qu'ils travaillent. Ce n'est donc que par une analogie fondée sur les autres composés salins de la strontiane, que je place le borate de cette base après celui de barite.

ESPÈCE IV. — *Borate de magnésie.*

1. Ce sel est presqu'aussi peu connu que les précédens. Bergman a observé que de la magnésie jetée peu-à-peu dans une dissolution d'acide boracique s'y dissolvait lentement, et que la liqueur évaporée donnait des cristaux grenus, sans forme régulière, que ce sel se fondait au feu sans se décomposer, et que la magnésie adhérait si peu à cet acide que l'alcool paraissait suffire pour l'en séparer.

2. Cependant en décomposant quelques sels magnésiens solubles par des borates alcalins en dissolution, on obtient un précipité insoluble et insipide de borate de magnésie, qui paraît différer un peu par là de la combinaison dont parle Bergman; celle-ci semble n'être que du borate magnésien dissous dans un excès d'acide boracique, lequel acide excédant

enlevé par l'alcool laisse précipiter le vrai borate de magnésie indissoluble et pulvérulent, que le chimiste suédois a peut-être pris pour de la magnésie.

3. On va voir dans l'espèce suivante qu'on a trouvé ce borate de magnésie dans la nature à l'état de sel triple.

ESPÈCE V. — *Borate magnésio-calcaire.*

A. *Synonymie ; histoire.*

1. Au haut de la montagne de Kalkberg, près de Lunébourg, dans le duché de Brunswick, on trouve dans une fente pratiquée entre des couches de sulfate de chaux tendre et rougeâtre, des cristaux singuliers qu'on y connaît depuis long temps sous le nom de *Würfelstein* ou pierres cubiques. On les a nommés en minéralogie *quartz cubique*, à cause de leur forme et de leur dureté, qui est telle qu'ils font feu avec le briquet. M. Lœlius a commencé par attirer l'attention des naturalistes sur ce fossile. M. Westrumb, en l'analysant avec soin, l'a reconnu, en 1788, pour un borate magnésio-calcaire. M. Heyer a obtenu, à la même époque, le même résultat de son analyse, que plusieurs chimistes ont confirmé depuis. Le citoyen Haüy en a ensuite déterminé exactement la forme, et y a trouvé une propriété électrique singulière. Ce borate terreux triple est une des espèces de ce genre les mieux connues, quoique découverte la dernière.

B. *Propriétés physiques ; histoire naturelle.*

2. Ce sel insipide est régulièrement cristallisé, c'est un polyèdre à vingt-deux faces ; on peut le considérer comme un cube incomplet dans ses douze bords, à la place desquels on voit autant de pentagones alongés, et dans quatre de ses angles solides qui sont remplacés par des hexagones réguliers.

Les angles qui restent terminés sont diamétralement opposés à ceux qui présentent les facettes hexagonales.

3. Le citoyen Haüy a trouvé que les forces électriques positives et négatives à l'extrémité des axes qu'elles parcourent comme dans la tourmaline et les autres matières minérales électriques, s'exerçaient dans les directions de quatre axes qu'on peut supposer traverser ces cristaux, de manière que celui des deux angles solides relatifs à un même axe, qui se trouvait remplacé par une facette, donnait toujours des signes d'électricité positive, tandis que l'angle solide opposé qui était resté entier, manifestait constamment l'électricité négative. Il a prouvé, par la loi simple de décroissement qui donne naissance à la singulière forme de ce sel triple naturel, que cette espèce de combinaison quadruple des deux électricités, dépendait de la figure de ses cristaux, comme on peut le voir dans son mémoire sur cet objet. (Annales de chimie, tome 9, p. 59.)

4. Le borate magnésio-calcaire, natif de Kalkberg, car on ne l'a encore trouvé que dans ce lieu, est tantôt opaque, tantôt demi-transparent, tantôt tout-à-fait transparent; celui-ci est le plus rare. Sa couleur est blanche, grise et quelquefois violette comme celle de l'améthyste; il la doit à de l'oxide de fer, suivant M. Westrumb. Ses cristaux sont raboteux et comme corrodés à leur surface; ils sont imprégnés, quelquefois jusque dans leur intérieur, de sulfate de chaux; alors ils sont friables.

5. Ce sel, bien cristallisé, est si dur qu'il raie le verre; il étincelle fortement par le choc du briquet. Sa pesanteur spécifique égale celle du quartz et du feldspath. M. Westrumb a trouvé qu'elle était à celle de l'eau :: 2,566 : 1,000.

C. *Préparation; purification.*

6. L'art n'a point encore imité la nature dans la formation

de ce sel; on peut bien unir tout à la fois la chaux et la magnésie à l'acide boracique; mais on n'a qu'un sel pulvérulent qu'on ne peut ni dissoudre ni faire paraître sous la forme cristalline et avec la dureté qu'on lui connait dans le fossile de Kalkberg.

7. Pour l'avoir bien pur, il faut choisir, parmi les cristaux natifs, ceux qui sont les plus transparens, les moins colorés, les plus réguliers et les moins chargés d'incrustations ou de matières étrangères. L'eau bouillie long temps et en grande quantité, leur enlève un peu de sulfate de chaux qui les salit.

D. *Action du calorique.*

8. Exposés au feu pendant plusieurs heures, les cristaux de borate magnésio-calcaire, entretenus rouges obscurs, perdent leur éclat sans diminuer sensiblement de poids. Rougis à blanc, ils perdent $\frac{1}{200}$; ils décrépitent comme le feldspath; un feu violent émousse légèrement leurs bords, et les rend plus faciles à diviser, quoiqu'ils soient encore susceptibles de rayer les corps durs. Au plus haut degré de chaleur, ils se réunissent et se fondent en un verre jaunâtre dans des creusets.

E. *Action de l'air.*

9. L'action de l'air est absolument nulle sur ce sel.

F. *Action de l'eau.*

10. L'eau froide, l'eau bouillante même, en quelque quantité et quelque long temps qu'elle leur soit appliquée, ne les attaque pas sensiblement. Elle les purifie seulement en dissolvant la portion de sulfate de chaux qui recouvre souvent leur surface, ou remplit les espaces corrodés qu'on y apperçoit.

G. *Décomposition ; proportions.*

11. Il n'y a que les acides, et sur-tout le nitrique et le muriatique qui puissent décomposer les cristaux natifs de ce sel, lorsqu'on le divise préalablement soit par les alcalis, soit par l'action du feu, de l'eau froide, et par une pulvérisation soignée. Ils se dissolvent tout entiers dans ces acides, employés en grande quantité et successivement, et à l'aide de la chaleur. En évaporant cette dissolution, on en sépare l'acide boracique en paillettes brillantes, et on y trouve ensuite, par l'emploi des bases alcalines et terreuses diverses, la chaux et la magnésie qui saturaient cet acide.

12. M. Vestrumb et M. Heyer se sont assurés que les alcalis fondaient et ne faisaient qu'atténuer ou diviser le borate magnésio-calcaire, sans l'altérer ni le décomposer.

13. Le premier de ces chimistes a trouvé, par son analyse très-bien faite, que cent parties de ce sel sont composées des proportions suivantes de ses trois principes :

Acide boracique 66,
Magnésie . . . 13,5.
Chaux . . . . 10,5.

H. *Usages.*

14. Les usages du borate magnésio-calcaire sont nuls. Jusqu'à présent il n'est encore que conservé dans les collections minéralogiques, comme un fossile bien remarquable et aussi intéressant pour les chimistes que pour les lithologistes.

ESPÈCE VI. — *Borate de potasse.*

1. Voilà un des sels qu'on devrait le mieux connaître, à en juger par les nombreuses combinaisons dans lesquelles la première des bases salifiables connues a été employée, et par

la longue habitude que l'on a de l'examiner avec tous les acides. Cependant à peine a-t-on parlé du borate de potasse ; à peine le peu de mots qu'on en a dits suffisent-ils, sinon pour savoir qu'il existe, au moins pour pouvoir assigner à ce sel quelques caractères distinctifs parmi les espèces de son genre.

2. On sait cependant le préparer depuis long temps, en décomposant le nitrate de potasse par l'acide boracique à l'aide de la chaleur ; le résidu de cette opération offre une masse blanche demi-fondue, poreuse et même caverneuse, qui est dissoluble dans l'eau, qui donne par l'évaporation et le refroidissement de petits cristaux grenus. On sait encore qu'en unissant directement l'acide boracique à la potasse, on obtient immédiatement la même combinaison saline. On s'est contenté d'observer qu'elle avait des propriétés fort analogues au borax, et qu'elle pouvait le remplacer.

3. Le peu d'expériences qu'il m'a encore été permis de faire sur le borate de potasse m'ont prouvé qu'il n'était pas si bien cristallisable que celui de soude, qu'il ne prenait pas la même forme, qu'il pouvait être comme lui avec excès de base, ou dans deux états par rapport à la proportion de la potasse ; qu'il était décomposé et précipité en borates terreux par l'eau de chaux, la dissolution de barite et de strontiane, que la plupart des acides en séparaient l'acide boracique cristallisé.

4. Tous ceux des chimistes qui n'ont pas oublié d'énoncer au moins ce sel comme existant, n'ont pas manqué, en le comparant au borax, de faire remarquer qu'ayant des propriétés comparables à celui-ci, il pouvait lui être substitué dans les arts, et sur-tout dans la soudure. Cependant il faudrait des expériences plus positives pour décider cette identité annoncée dans les usages ; et cette nécessité de recherches ne peut pas être regardée comme une simple spéculation scientifique, depuis que l'acide boracique natif, existant abondamment dans les lacs de la Toscane, promet aux peuples chez

lesquels on le trouvera par la suite, de le combiner avec la potasse, peut-être plus aisément qu'avec la soude, si la première de ces bases se trouve en même temps plus aisément chez eux que la seconde.

ESPÈCE VII. — *Borate de soude.*

1. Je ne distingue ce sel du véritable borax, ou du borate sursaturé de soude, je ne le présente comme une espèce particulière, que pour faire ressortir son existence et pour avertir que cette combinaison peut être avec deux proportions de sa base; car elle appartient réellement à l'histoire du borate de soude dont elle forme une variété, et on ne doit la traiter qu'en même temps que celle-ci. Je vais donc passer à la huitième espèce dans l'exposé des propriétés de laquelle je reviendrai sur celle-ci, et où je dirai comment et par quelles nuances ces deux espèces, si rapprochées d'ailleurs l'une de l'autre par l'essence et leur nature, diffèrent cependant et peuvent être distinguées.

ESPÈCE VIII. — *Borate sursaturé de soude ou borax.*

A. *Synonymie; histoire.*

1. De toutes les espèces de borates, ou de combinaisons salines de l'acide boracique avec des bases salifiables, celle-ci est la plus unanimement employée, la plus étudiée et la mieux connue. On croit que ce sel, usité chez les anciens dans plusieurs ateliers, est ce que Pline a nommé *chrysocolla*, *chrysocolle*, à cause de la propriété qu'il lui connaissait de servir à souder ou à coller l'or et les métaux. Le nom de

borax, qu'il porte depuis long temps dans les arts, est tiré d'une langue orientale, et spécialement du Persan.

2. Quoique beaucoup d'alchimistes et de chimistes aient traité le borax, quoique Beccher, en particulier, paraisse avoir eu quelques notions assez exactes de sa nature et de l'acide qu'il contient, ce n'est qu'à l'année 1702 qu'on rapporte la première connoissance un peu positive de ce sel. C'est à cette époque que Homberg obtint, par hazard, sa décomposition complète, et son acide séparé par la sublimation, en le traitant par le feu avec du sulfate de fer; aussi nomma-t-on long temps cet acide *sel sédatif de Homberg.*

En 1728, Louis Lémery, fils aîné du fameux Nicolas Lémery, auquel on doit le meilleur ouvrage sur la pratique de la chimie écrit à la fin du 17e. siècle, trouva qu'on pouvait décomposer le borax et en sublimer l'acide par l'acide sulfurique seul, ainsi que par les acides nitrique et muriatique.

En 1732, Geoffroy le cadet sépara, pour la première fois, cet acide par la voie humide et par la cristallisation; il trouva la véritable composition du borax par cet acide et par la soude.

En 1745 et 1748, Baron, commentateur éclairé de Lémery, décomposa le borax par les acides végétaux et en obtint l'acide boracique précipité et cristallisé comme par les acides minéraux; il refit de plus ou recomposa du borax, en réunissant cet acide avec la soude, de sorte que par cette synthèse il ne laissa presque rien à desirer sur ce sel.

En 1777, Hœfer composa de toutes pièces du borax artificiel, en combinant l'acide boracique natif des lacs de Toscane avec la soude, et prouva ainsi la fausseté de l'opinion de ceux qui avaient encore pensé, même après les travaux de Geoffroy et de Baron, que l'acide boracique était formé par les acides qu'on employait pour l'extraire.

A peu près à la même époque, Bergman, en annonçant que

le borax ordinaire était un sel avec excès de soude, et que pour se neutraliser on pouvait lui faire prendre la moitié de son poids d'acide boracique, rendit beaucoup plus claire et beaucoup plus précise, la connaissance de ce sel. On n'a rien ajouté depuis à l'histoire de ses propriétés.

B. *Histoire naturelle ; propriétés physiques.*

3. Il n'est pas de matière sur laquelle on ait plus fait de recherches que sur l'origine du borax, et il n'en est peut-être pas qui soit cependant moins éclaircie encore. Il semblerait que plus on a parlé et écrit sur l'histoire naturelle de ce sel, et plus on a jeté de nuages sur sa source et sur sa formation. Depuis Galien jusqu'aux voyageurs modernes, tous ceux qui ont traité de cet objet se réunissent cependant pour dire que ce sel est un produit naturel qu'on tire du fond de certains lacs dans la Perse, le Mogol, le Thibet, la Chine, le Japon, etc. ou qu'on extrait de quelques terres grasses par la lixiviation et l'évaporation spontanée. Les uns veulent que cette terre soit tirée de quelques lieux naturels ; d'autres assurent qu'elle se dépose de certaines eaux grasses et comme savonneuses. Il en est qui disent qu'elle provient de mines de cuivre. On n'a aucune description bien faite, exacte et digne de confiance, ni des lieux, ni des matières dont on extrait ce sel. Ceux qui en ont données manquaient des connaissances suffisantes pour bien voir et pour bien énoncer ce qu'ils disaient avoir vu. Ce qu'il y a de plus vraisemblable, c'est qu'on tire du borax d'un grand nombre de lieux différens, qu'il est assez abondant aux pays cités ci-dessus, que ce n'est pas une composition artificielle, puisqu'on connait bien l'acide boracique natif, que tout au plus on ajoute du natron ou de la soude également produite par la nature, à des terres ou des eaux chargées de cet acide ; que l'art simple de l'obtenir consiste dans une lessive et une cristallisation irrégulière dans des fosses ; que cet art est pratiqué par des hommes grossiers

depuis un temps immémorial, et de la même manière, sans aucun perfectionnement. Ce qui confirme cette opinion, c'est que M. Grill Abrahamson a envoyé en 1772, en Suède, des cristaux de borax qui avaient été tirés de la terre dans le royaume du Thibet. On y nomme ce sel natif *pounxa*, *mypoun* et *houipoun*. On assure qu'on en a trouvé dans des mines de houille en Saxe.

2. On apporte, par la voie du commerce du Levant et de l'Inde, sous le nom de *borax gras*, de *borax brut* ou impur, de *tinckal*, de *sel de Perse*, une masse grasse, d'un gris sale, onctueuse, d'une saveur fade, douceâtre, un peu alcaline, au milieu de laquelle on trouve, tantôt de petits, tantôt de gros cristaux, demi-transparens, un peu verdâtres, figurés en prismes hexaèdres à deux faces très-larges et quatre étroites, terminés par des sommets ou pyramides trièdres, souvent irrégulières. Quelques auteurs nomment particulièrement tinckal la matière grasse qui empâte et enveloppe les cristaux, et qu'ils regardent comme la matrice du borax, parce qu'en exposant cette masse grasse à l'air sec et chaud, il s'effleurit, à la surface, du sel qui donne de vrai et pur borax pour la dissolution et la cristallisation. M. Lagelstrom soupçonne que le tinckal n'est que le résidu de l'eau-mère du borax évaporée à siccité, et que la matière grasse provient du beurre qu'on y a ajouté pour empêcher le sel de tomber en efflorescence.

3. La matière grasse qui accompagne le borax, et qui répand, en se fondant sur les charbons, une odeur animale de graisse brûlée, qui d'ailleurs donne souvent par la chaux une odeur ammoniacale, a fait penser à quelques chimistes que le borax qu'on en retirait était le produit d'une décomposition animale. Le cit. Baumé avait même avancé en 1767, qu'en laissant macérer et pourrir à la cave de la graisse mêlée d'argile, il s'y formait de l'acide boraciqne qu'on pouvait convertir après quelques mois en borax, en traitant le mélange avec de la soude; mais plusieurs chimistes allemands ont fait voir que

cette prétendue formation artificielle de borax était une chimère. On avait aussi annoncé en 1777, qu'il se formait du borax dans une rigole où séjournaient et croupissaient des eaux de savon provenant des blanchisseuses, au fond d'une boutique du Port au bled à Paris; mais cette annonce ne s'est pas vérifiée depuis; et on n'aurait pas manqué de le faire, si un pareil événement avait eu quelque chose de réel. Il n'y a donc rien d'exact sur la formation de l'élément primitif du borax, de l'acide boracique, et on ne sait point comment la nature le compose.

4. On peut distinguer et l'on doit reconnaître, d'après ce ce qui vient d'être dit, quatre variétés du borax apporté par le commerce.

a. *Borax brut en gros cristaux verdâtres ou d'un gris sale.*

b. *Borax brut en petits cristaux.*

c. *Borax brut et gras; tinckal.*

d. *Borax en pains* ou en *plaques*, avec des rudimens de cristaux. Celui-ci paraît avoir déja été purifié ou rafiné; il vient de la Chine.

C. *Purification.*

5. Les Vénitiens, à raison de leur commerce si brillant autrefois dans tout le Levant, ont les premiers reçu et les premiers purifié ou raffiné le borax. Depuis un grand nombre d'années, cet art est passé en Hollande, et exercé presque exclusivement dans des ateliers particuliers à Amsterdam et dans plusieurs autres villes de cette République. Quoiqu'on n'ait pas décrit exactement le procédé, on sait, sur-tout d'après quelques détails communiqués par le cit. Valmont-Bomare, qui a visité lui-même un de ces ateliers, que de cent parties de borax brut, on en retire 80 de purifié; qu'il faut multiplier les lessives d'eau bouillante pour en extraire complétement tout le sel; qu'on en obtient de huit à douze cristallisations successives un peu différentes par la grosseur, la couleur, la

transparence et la forme; qu'on en sépare, avant de le lessiver, les corps étrangers; qu'on fait macérer la masse saline pendant quelques jours dans l'eau chaude pour la disposer à la dissolution et à la cristallisation; qu'on verse chaque dissolution sur un tamis formé de fils de laiton très-fins, placé sur une chausse de laine que cette solution traverse; que les premières lessives sont rougeâtres et colorées, les dernières sans couleur et plus faciles; que tous les instrumens employés dans le rafinage sont de plomb ou reconverts de plomb; que la lessive chaude évaporée et cuite convenablement étant versée dans un grand creuset de ce métal, entouré de paille et bien couvert pour opérer une séparation exacte des matières impures et un refroidissement graduel et lent, fournit des cristaux purs dont le dépôt dure environ vingt jours. Cet observateur ajoute cependant, quoiqu'il paraisse ne pas y croire, qu'on lui a caché une dernière condition essentielle qui devait être la base du secret du procédé; et il se demande si ce n'est pas de l'eau de chaux, quoiqu'il pense que cela n'est pas nécessaire au rafinage du borax.

6. Il est certain qu'on peut obtenir du borax pur et rafiné par la simple dissolution, filtration et cristallisation à l'aide de l'eau qui dissout toute la portion de ce sel séparée et cristallisée. Mais il ne l'est pas moins que ce seul procédé ne fournirait pas les $\frac{4}{5}$ de borax pur, et ne pourrait pas séparer la portion de borax empâté dans la matière grasse dont il a été parlé. Cette matière grasse singulière a été reconnue par le citoyen Vauquelin pour un véritable savon à base de soude; et il n'est pas douteux qu'en le traitant avec de la chaux, ou peut-être même simplement avec de l'eau de puits de Paris qui contient du sulfate de chaux, on doit en décomposer le savon alcalin qu'elle contient, précipiter la substance huileuse en savon calcaire insoluble et siccatif, reporter ainsi la soude séparée sur le borax qui se purifie par là, et obtenir plus facilement ensuite ce sel raffiné par l'évaporation et le refroi-

dissement de la liqueur tirée à clair de dessus le savon calcaire déposé au fond.

7. Le borax ainsi rafiné ou purifié pèse, suivant Kirwan, 1,74. C'est un véritable borate sursaturé de soude ; il est en prismes ou rudimens de prismes hexaèdres comprimés avec des sommets trièdres très-variables ; sa saveur est comme douceâtre, sensiblement alcaline ; il verdit les couleurs bleues végétales ; il est cassant et glaceux dans sa cassure, comme l'alun. Jamais on ne l'obtient aussi parfaitement transparent qu'un grand nombre d'autres substances salines : c'est dans cet état pur qu'il faut examiner ses propriétés.

D. *Action du calorique.*

8. Le borate sursaturé de soude, ou le borax exposé au feu, se liquéfie assez vîte à l'aide de son eau de cristallisation. En perdant cette eau par la volatilisation que lui fait éprouver la chaleur continuée, le sel se boursouffle et acquiert un volume considérable, une forme lamelleuse et poreuse ; il perd par cette opération plus du tiers de son poids. On lui rend sa première forme, sa solidité et sa transparence en le dissolvant de nouveau dans l'eau, qu'il absorbe alors avec avidité. Si on le chauffe plus fortement, il se fond dès qu'il commence à rougir, en un verre transparent, sapide, homogène, qui se ternit à l'air, et qui est dissoluble dans l'eau. Après la vitrification, le borax n'a pas changé de nature ; cependant, si on l'a chauffé dans un creuset de terre, il absorbe un peu de la silice et de l'alumine, et perd un peu de ses propriétés salines. Cette vitrifiabilité est la source de son utilité et des usages auxquels on le consacre ; c'est par elle qu'il sert de fondant, et qu'il retient la chaleur et le poli des lames métalliques dont il favorise l'agglutination.

E. *Action de l'air.*

9. Le borax s'effleurit légèrement à sa surface par le contact

de l'air ; c'est pour cela que celui du commerce est toujours recouvert d'une poussière blanche qu'on prenait autrefois pour une terre argileuse, et qui n'est que du sel privé d'eau de sa cristallisation : mais cette efflorescence est bornée, et ne s'étend point dans l'intérieur du sel. Il a un tissu trop dense et trop serré pour qu'il éprouve cette altération au-delà de sa surface.

F. *Action de l'eau.*

10. Ce sel est assez bien dissoluble dans l'eau. Douze parties de ce liquide à la température de dix degrés suffisent pour en dissoudre une de borax ; il n'en faut que six de bouillante : aussi le fait-on cristalliser par le refroidissement de sa dissolution saturée, quoique les cristaux les plus réguliers soient plutôt le produit de l'évaporation lente et spontanée.

G. *Décomposition ; proportions.*

11. Le borax se fond avec les oxides métalliques, et se colore en se vitrifiant avec eux sans se décomposer. Il sert souvent à caractériser, à reconnaître les oxides ou les matières terreuses, pierreuses et minérales dont ils font partie.

12. Il n'a aucune action sur les substances combustibles ; cependant l'excès de soude qu'il contient s'unit facilement au soufre, et le convertit en sulfure ; au charbon, qu'il peut dissoudre en partie, et qui le colore plus ou moins fortement par la fusion ; aux métaux même dont cette base favorise l'oxidation, ou dont elle absorbe la partie oxidée, purifie la masse et rehausse la couleur ; dernière propriété qui le rend utile aux orfèvres.

13. Tous les acides ayant plus d'attraction pour la soude que n'en a l'acide boracique, sont susceptibles de le décomposer. Si l'on n'emploie que peu de ces corps, ils s'unissent à la soude excédante ; et l'on retire de la liqueur, quand on fait cette opération par la voie humide, le sel que chaque

acide forme avec la soude et du borate de soude neutre sans excès de sa base, c'est-à-dire, l'espèce de borate indiquée avant celle-ci.

14. C'est à l'aide de l'acide sulfurique qu'on extrait communément l'acide boracique de ce sel, le plus commun, le seul même abondant des borates. On verse dans une dissolution chaude et saturée de borax, de l'acide sulfurique concentré, en l'ajoutant peu à peu, et remuant à mesure la liqueur, afin de prévenir le trop grand mouvement et la chaleur vive qui s'excite dans cette décomposition; on met assez de cet acide pour donner à la liqueur une saveur aigre; l'acide boracique se dépose et se cristallise par le refroidissement; on décante le liquide qui le surnage; on lave les cristaux lamelleux déposés, avec beaucoup d'eau froide, pour enlever la portion d'eau chargée de sulfate de soude et d'acide sulfurique qui les mouille, et on renferme l'acide ainsi extrait pour l'usage.

15. On peut employer indifféremment l'acide nitrique ou l'acide muriatique pour séparer l'acide boracique du borax, et on obtient également cet acide. Cependant ses cristaux retiennent opiniâtrément une portion de l'acide qu'on a employé pour l'extraire; et voilà pourquoi quelques chimistes ont prétendu que l'acide boracique différait suivant les acides dont on se servait pour le préparer. Mais lorsqu'on l'a bien lavé, la très-petite portion de chaque acide qu'il peut retenir encore n'influe point sur ses propriétés : d'ailleurs on peut l'en priver complétement par l'action du feu et en le faisant vitrifier; on reconnaît alors qu'il est exactement identique, de quelque acide qu'on ait emprunté l'attraction pour l'obtenir.

16. L'acide boracique s'unit avec beaucoup de facilité au borax ou borate sursaturé de soude. Celui-ci demande même, pour être entièrement saturé, la moitié de son poids de son propre acide. On forme ainsi le borate de soude, en absorbant peu à peu, par l'acide boracique qu'on ajoute, la portion de

soude dont l'excès caractérise le borax. C'est ce sel qui constitue l'espèce précédente. On voit qu'il y a deux manières de le préparer : l'une, de saturer l'excès de soude que contient le borax par un peu d'acide étranger ; l'autre, de le saturer par son propre acide. Mais on doit voir en même temps que le second de ces procédés est fort préférable au premier, puisqu'on ne sait pas la quantité d'acide étranger qu'il faut ajouter, et que si on en met un peu plus qu'il est nécessaire, on décompose une partie du véritable borate de soude qui existe dans le borax.

17. Bergman, qui a le premier insisté sur l'état alcalin du borax, sur l'excès de soude qui le caractérise et sur la propriété dont il jouit d'absorber la moitié de son poids d'acide boracique, n'a pas décrit les propriétés distinctives du borate de soude. Ce sel a une autre saveur que le borax ; il ne verdit pas, comme lui, le sirop de violettes ; il ne se cristallise pas si aisément, ni de la même manière ; il a un autre ordre de dissolubilité ; il n'est point efflorescent comme le borate sursaturé de soude ; il est cependant fusible comme lui en verre, et pourrait servir aux mêmes usages : mais on ne l'a point encore employé, et il doit être regardé comme un objet de recherches.

18. Parmi les bases, la chaux, la barite, la strontiane, et la magnésie décomposent le borate de soude et le borax. Les dissolutions des trois premières bases dans l'eau ajoutées à celle de ces substances salines, y forment sur-le-champ un précipité insoluble, et la soude reste pure en dissolution dans la liqueur. La magnésie, chauffée avec les dissolutions des mêmes sels, en absorbe peu à peu l'acide, et laisse aussi la soude libre dans le liquide qui surnage le borate de magnésie inpulvérulent. La potasse décompose également le borate de soude sans donner de précipité, à cause de la dissolubilité du sel qui se forme et de la soude qui se sépare.

19. La silice, l'alumine et la zircone se combinent par

la fusion avec le borate de soude et avec le borax. La première entre avec ces sels dans une véritable vitrification, de manière à représenter des borates de soude et de silice. Les deux autres ne forment que des frites ou des émaux.

20. On ne connaît pas encore toutes les actions que le borate de soude et le borax sont susceptibles d'exercer sur les diverses espèces de sels dont il a été parlé jusqu'ici. On sait seulement que leurs dissolutions, mêlées à celle des autres sels solubles à base de barite, de chaux et de magnésie, y forment des précipités de borates insolubles, et que c'est un très-bon moyen de préparer ces derniers, tandis que, comme on l'a vu, il est très-difficile et souvent même impossible de les composer immédiatement par la combinaison de ces bases avec l'acide boracique.

21. Suivant M. Kirwan, cent parties de borax contiennent :

Acide boracique 34.
Soude. . . . . 17.
Eau. . . . . 47.

Il croit que sur les 0,17 de soude, il n'y en a que 5 qui soient saturés, et que les 12 autres parties de cet alcali forment l'excès de soude que ce sel contient.

H. *Usages.*

22. On faisait autrefois un grand usage du borax en médecine, comme fondant, atténuant, apéritif, même comme calmant. A l'extérieur, il servait spécialement dans les aphtes ; aujourd'hui, on n'en fait presque plus usage. Dans les arts, il sert à la fonte des métaux, à la purification de quelques-uns ; il est utile pour rehausser la couleur de l'or ; il est sur-tout employé pour la soudure ; il entre dans quelques vitrifications.

ESPÈCE IX. — *Borate d'ammoniaque.*

1. Le borate d'ammoniaque est très-peu connu ; on le forme, en unissant directement l'acide boracique avec de l'ammoniaque. Il est si peu solide et si peu permanent, qu'en évaporant sa dissolution, toute l'ammoniaque paraît se volatiliser, pendant que l'acide boracique se cristallise. Toutes les bases ont la propriété d'en chasser l'ammoniaque. Ce sel n'est d'aucun usage.

ESPÈCE X. — *Borate ammoniaco-magnésien.*

1. Il existe un sel triple dans ce genre comme dans tous les précédens. Au reste, je ne l'ai placé ici que par la force de l'analogie.

ESPÈCE XI. — *Borate de glucine.*

1. On n'a point encore parlé de la combinaison de la glucine avec l'acide boracique. La petite quantité de cette terre que le citoyen Vauquelin, qui l'a découverte, a pu se procurer, ne lui a permis que de la combiner avec les acides les plus forts. Le borate de glucine n'est donc indiqué ici que pour compléter le genre, et on n'en connaît point encore les propriétés ; on ne fait qu'en soupçonner l'existence. Sa place n'est ainsi disposée que par analogie.

ESPÈCE XII. — *Borate d'alumine.*

1. Rien n'est plus difficile à combiner que l'alumine avec l'acide boracique, au moins par la voie simple ou immédiate. On a indiqué pour cela le mélange d'une dissolution

de borate et d'une dissolution de sulfate d'alumine; mais dans cette opération, il faut toujours préférer le borate de soude neutre au borax, parce que, dans l'emploi de ce dernier, la soude, qui y est en excès, peut opérer un précipité d'alumine qu'on prendrait faussement pour un borate terreux. On n'a point examiné du tout le borate alumineux.

ESPÈCE XIII. — *Borate de zircone.*

1. Depuis que M. Klaproth a découvert la zircone, elle n'a encore été combinée qu'avec les principaux acides, et on n'a point essayé de l'unir à l'état salin avec l'acide boracique. On sait que, chauffée avec le borax, elle le colore en fauve; mais cette combinaison vitreuse ne peut être regardée comme un borate de zircone; elle serait tout au plus une sorte de sel triple. Au reste, on ne l'a pas examiné; il n'a encore été que le produit d'un essai au chalumeau. On trouve quelques analogies dans les effets de la zircone avec ceux d'un oxide métallique.

ESPÈCE XIV. — *Borate de silice.*

1. Il a été dit plusieurs fois dans cet ouvrage que l'acide boracique s'unissait par la fusion avec la silice, et formait, en l'entraînant dans sa vitrification, une combinaison vitreuse solide et permanente avec elle. C'est cette combinaison que je range ici comme borate de silice. On voit que c'est une sorte de sel qu'on ne peut préparer qu'à l'aide d'un grand feu, qui n'est ni sapide, ni dissoluble dans l'eau, ni sensiblement altérable par l'air. Il paraît même que les alcalis et les autres bases ne le décomposent pas, ou au moins ne le décomposent qu'avec beaucoup de peine, puisqu'on peut

les fondre avec ce premier composé vitreux sans qu'il y ait de séparation de silice.

2. On remarque également que la silice est susceptible de former des combinaisons triples, ou des espèces de trisules avec les borates déja saturés d'autres bases, et sur-tout avec le borax, puisqu'elle se fond avec ces sels sans leur faire subir de décomposition, et reste ensuite avec eux sous forme vitreuse et durable. Il est vrai que ces espèces de composés ne peuvent être que le résultat d'une forte chaleur et de la voie sèche, que la voie humide n'offre rien de semblable, et qu'il n'y a ici rien d'analogue à ce qui a été dit des fluates à combinaison triple de silice.

3. La combinaison de borate de silice, et sur-tout celle qui est triple et faite avec le borax, plus facile à obtenir d'ailleurs à cause de l'excès de soude de ce dernier, ne sert qu'en lithologie et dans les essais au chalumeau. Elle fait juger de la nature silicée ou autre des substances fossiles qu'on examine.

Fin du troisième volume.

TABLE DES MATIÈRES

DU TROISIÈME VOLUME.

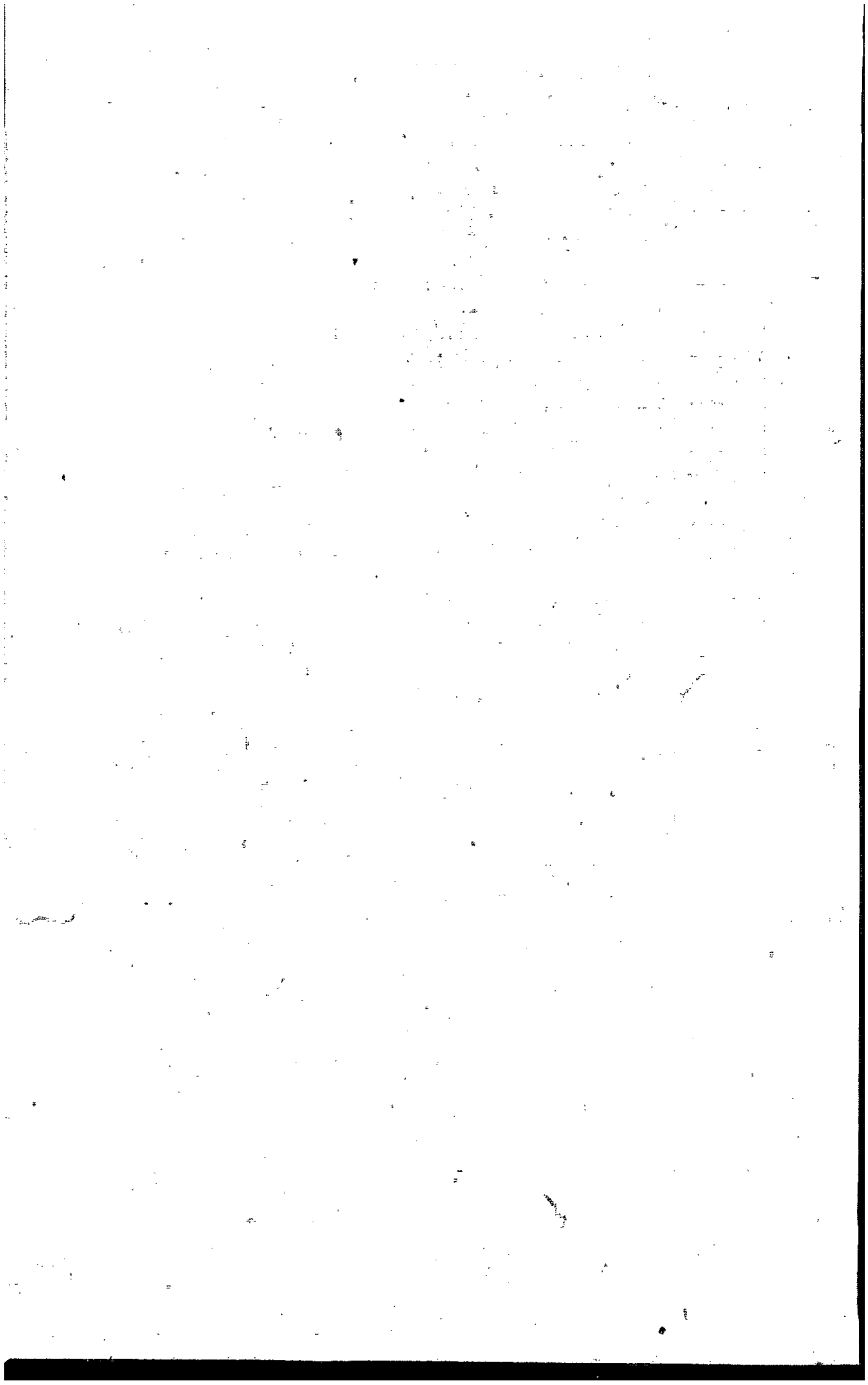
CINQUIEME SECTION.

Des acides unis aux bases salifiables, ou des sels alcalins et terreux.

Fin de la table du troisième volume.

ERRATA.

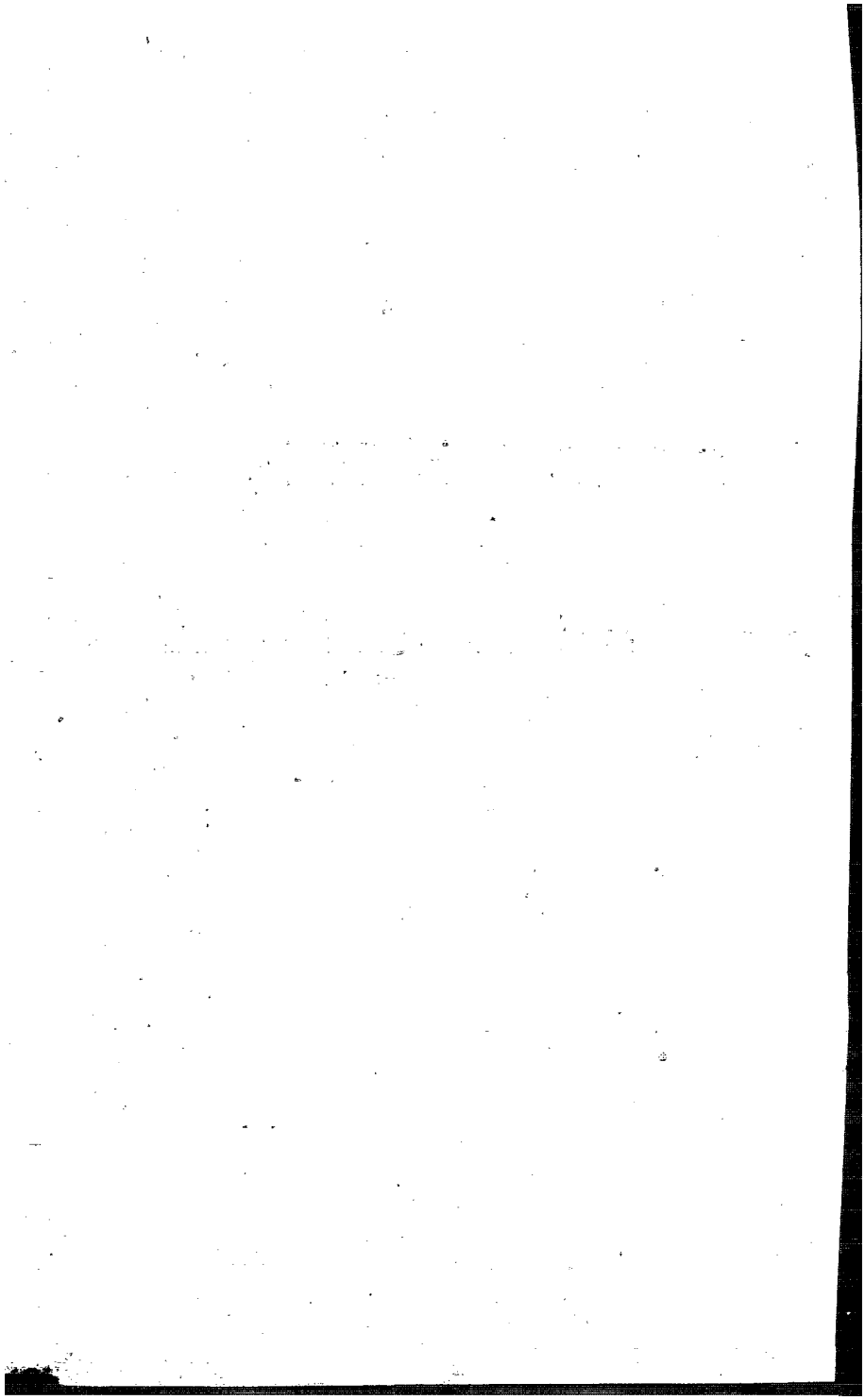
Page 10, ligne 31. adhérente, *lisez* permanente.
32. —— 4. éprouver, *lisez* prendre.
37. —— 33. fusible, *lisez* faibles.
48. —— 7. de magnésie, *lisez* de sulfate de magnésie.
53. —— 18. saturé, *lisez* acide.
55. —— 8. cet alcali, *lisez* le premier de ces alcalis.
94. —— 6. et le zircone, *lisez* et le sulfate de zircone.
99. —— 27 et 28. le même procédé, *lisez* la même propriété.
170. —— 9. la terre, *lisez* l'alcali.
172. —— 34. action de l'air, *lisez* action de l'eau.
179. —— 3. l'eau, *lisez* l'eau de la mer.
216. —— 32. oxigénés, *lisez* suroxigénés.
222. —— 3. muriatique, *lisez* carbonique.
243. —— 6. phosphates, *lisez*, phosphates de chaux.
283. —— 8. les alcalis, *lisez* la potasse et la soude.
287. —— 16. il est phosphate, *lisez* il est converti en phosphate.
300. —— 23. par une chaux, *lisez* par une chaleur.
302. —— 7 et 8. comment, *lisez* complétement.
306. —— 19. des charbons, *lisez* les charbons ardens.
310. —— 17. il les range, *lisez* il les ronge.
315. —— 1. genres, *lisez* genres de sels.
330. —— 8. faciles, *lisez* faibles.



SYSTÊME

DES

CONNAISSANCES CHIMIQUES.



SYSTÊME

DES

CONNAISSANCES CHIMIQUES,

ET DE LEURS APPLICATIONS

AUX PHÉNOMÈNES

DE LA NATURE ET DE L'ART;

PAR A. F. FOURCROY,

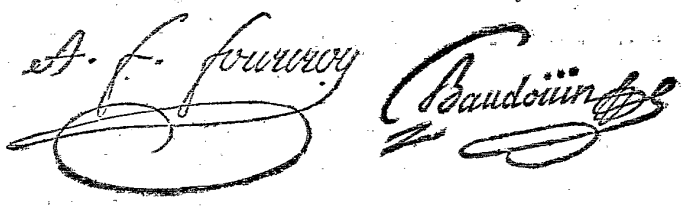
De l'Institut national de France; Conseiller d'État; Professeur de chimie au Muséum d'histoire naturelle, à l'École polytechnique et à l'École de médecine; des Sociétés philomathique et philotechnique, d'Agriculture, d'Histoire naturelle; de la Société médicale d'émulation, de celle des Amis des arts, de celle des Pharmaciens de Paris; du Lycée républicain, du Lycée des arts; membre de plusieurs Académies et Sociétés savantes étrangères.

TOME IV.

PARIS,

Baudouin, Imprimeur de l'Institut national des Sciences et des Arts, rue de Grenelle-Saint-Germain, n°. 1131.

BRUMAIRE AN IX.



SYSTÊME

DES

CONNAISSANCES CHIMIQUES.

SUITE

DE LA

CINQUIÈME SECTION.

SUITE
DE
LA CINQUIÈME SECTION.

ARTICLE XII.

GENRE XI.

CARBONATES TERREUX ET ALCALINS.

§. Ier.

Des caractères génériques de ces sels.

1. Les carbonates ou les combinaisons saturées de l'acide carbonique avec les bases terreuses et alcalines sont le dernier genre des sels dans ma méthode, parce que l'attraction générale de cet acide pour les bases est la plus faible et la plus facile à détruire. Quoique ces sels soient, dans l'ordre historique, les derniers connus ou les plus récemment découverts, leurs propriétés ont été mieux déterminées et plus approfondies, depuis trente ans qu'on les examine, que celles de la plupart des genres précédens; et il n'en est pas dont l'histoire soit aussi complète, aussi exacte, aussi lumineuse. Ils tiennent un rang d'autant plus distingué dans les composés salins, qu'à mesure qu'on a reconnu leurs propriétés, elles ont porté tout-à-coup dans la chimie une foule de connaissances nouvelles et expliqué un grand nombre de phénomènes, méconnus ou mal interprétés avant leur découverte. On peut même dire qu'en détruisant une grande masse d'erreurs, d'incertitudes, de préjugés sur le résultat de la plupart des opérations chimiques, l'étude des carbonates et de leurs actions réciproques,

a tellement contribué aux progrès de la science qu'elle l'a véritablement fait changer de face.

2. C'est à l'illustre M. Black qu'on doit la première connaissance de ces substances salines confondues, avant lui, avec les alcalis et les terres alcalines dont on ignorait encore et les différens états et la pureté. Ce premier trait de génie et de lumière date de 1756. En considérant l'acide carbonique qu'il nommait air fixe avec Hales, comme adoucissant les alcalis, les faisant cristalliser, leur donnant la propriété de faire effervescence avec les acides, en montrant l'attraction de cet acide plus forte pour la chaux que pour les alcalis, et la production de la causticité comme la suite nécessaire de son absorption par la terre calcaire pure, le professeur Black a ouvert une carrière neuve et immense que les chimistes contemporains ont bientôt parcourue à grands pas, et qui leur a présenté une série de découvertes de la plus grande importance.

Lavoisier s'y est un des premiers engagé avec M. Cawendish, de 1766 à 1772; et tous deux, en déterminant les quantités de cet être volatil et fugace qu'ils n'osaient point encore regarder comme un acide, soit dans son dégagement, soit dans sa fixation, y ont porté les premiers une précision dont toutes les expériences et les recherches subséquentes se sont ressenties.

Chaulnes a bientôt trouvé, en 1773, l'art de faire cristalliser les alcalis, en tenant leurs dissolutions plongées et agitées au-dessus d'une cuve de bierre en fermentation, et en les saturant de cet acide gazeux dégagé de la bierre.

Bergman à la même époque a examiné, dans une savante dissertation sur ce nouveau corps qu'il nommait *acide aérien*, les propriétés de la plupart de ses combinaisons avec les terres et les alcalis.

Depuis cet habile chimiste, on n'a plus fait qu'ajouter peu à peu des notions plus précises et plus étendues sur chacun de ces sels: et les travaux successifs de Rouelle, du citoyen Berthollet, de M. Kirwan, du citoyen Guyton, de Pelletier, de

Bayen, de MM. Withering, Péarson, Tennant, et de la plupart des chimistes modernes, ont tellement perfectionné la connaissance des carbonates terreux et alcalins, qu'il ne reste presque plus rien à faire sur leur histoire, et qu'elle laisse même, en considérant toutes les espèces individuellement, beaucoup moins de lacunes que celle des autres genres.

3. Les carbonates ont d'abord été nommés terres ou alcalis *doux*, *adoucis*, *effervescens*, en y considérant seulement leurs différences dans cet état comparé à celui de leur causticité ou de leur pureté. Bergman les a nommés terres ou alcalis *aérés*, d'après sa dénomination d'acide aérien. Le citoyen Guyton, en adoptant celle d'acide *méphitique*, les appellait méphites de telle ou telle base. Le nom d'acide crayeux que j'avais adopté dès 1778, avec Bucquet, nous les fit nommer en commun des *craies* alcalines ou terreuses. Mais lorsque la nature de l'acide qui les forme fut bien connue, et qu'on le désigna sous le nom de carbonique, on forma le mot *carbonates*, pour exprimer ces combinaisons salines.

4. La plupart des carbonates terreux et alcalins existent dans la nature; ils y forment même des masses considérables auxquelles le globe doit une partie de ses couches et de sa solidité. Quelques-uns, trouvés moins abondamment, n'y occupent que quelques points ou n'en constituent que des filons étroits. Il est rare que ces sels y soient bien isolés et bien purs, quoiqu'on en trouve plusieurs dans cet état; le plus souvent ils sont mêlés deux ou trois ensemble, ou déposés avec de la silice, de l'alumine, des oxides métalliques; rarement font-ils partie des montagnes primitives; on les rencontre bien plus fréquemment dans les secondaires ou dans celles de dernière formation.

5. Ceux que la nature offre purs peuvent servir dans leur état naturel aux expériences de chimie; souvent l'art les prépare lui-même en unissant directement l'acide carbonique avec des bases terreuses ou alcalines, en recevant cet acide gazeux

dans leurs dissolutions jusqu'à ce qu'elles soient bien saturées et qu'elles refusent d'en absorber de nouveau, ou entièrement déposées ou précipitées, lorsque le caractère de ces carbonates est d'être indissolubles. On est sûr d'avoir ces sels très-purs, lorsque les bases qu'on employe pour les former sont elles-mêmes très-pures, et lorsqu'on n'a soin de n'y combiner que de l'acide carbonique privé du peu d'acide dont on se sert pour le dégager et qu'il a coutume d'enlever avec lui. Pour cela, avant de le recevoir dans les dissolutions de terres ou d'alcalis qu'on veut en saturer, on le fait passer à travers une petite quantité d'eau où il dépose cette portion d'acide étranger.

6. Quoique les propriétés physiques soient peu propres à caractériser les genres de sels et appartiennent beaucoup plutôt aux espèces, il en est quelques-unes qu'on peut trouver dans les carbonates, et qu'on doit considérer dans leur ensemble. La saveur de ces sels souvent nulle ou terreuse est quelquefois alcaline et urineuse; mais alors elle est faible et supportable. Voilà pourquoi on a dit d'abord *alcalis doux* pour les désigner. Tous sont susceptibles de prendre des formes régulières, et il n'est pas de sels que la nature semble se complaire davantage ou qu'il lui coûte en apparence si peu de faire paraître en cristaux polyédriques, ou en figures bien déterminées, mais sur-tout extrêmement variées. La dureté de quelques-uns est extrême, tandis que d'autres sont friables ou même sans aggrégation. C'est la solidité des premiers réunie à l'insipidité et à leur indissolubilité apparente qui les a si long temps fait ranger parmi les pierres par les minéralogistes.

7. La lumière ne les change pas; la plupart la laissent passer très-facilement; quelques-uns opèrent une double réfraction. Le calorique les décompose presque tous en leur enlevant l'eau et l'acide carbonique, de manière à les réduire à l'état de leurs bases pures ou isolées: à la vérité cette décomposition, très-facile pour le plus grand nombre, est extrêmement difficile pour quelques-uns; ce qui tient à la différence

d'attraction de l'acide carbonique pour chacune de ces bases.

8. Il n'y a aucune action de l'oxigène et de l'azote, en gaz ou combinés, sur les carbonates. L'air et son humidité ne les altère pas non plus ; ils ne sont pas déliquescens ; quelques-uns même sont très-efflorescens.

9. Ils varient beaucoup par la manière dont les corps combustibles peuvent les altérer. Le carbone rend souvent leur acide plus volatil et plus facile à séparer par l'action du feu, sans qu'on puisse encore savoir comment il produit ce singulier effet. Le phosphore, chauffé fortement avec les carbonates, en décompose l'acide, devient lui-même acide phosphorique qui forme des phosphates avec les bases, et isole le carbone qui noircit le mélange. Cette décomposition qui n'a pas lieu aussi facilement pour tous les carbonates et que n'éprouvent même point du tout quelques-uns d'entre eux, paraît d'autant plus singulière au premier coup-d'œil, que c'est au contraire le carbone qui décompose l'acide phosphorique seul, et qu'il a réellement plus d'attraction pour l'oxigène que n'en a le phosphore. Il faut, pour expliquer ce phénomène, se rappeler que si c'est le carbone qui décompose l'acide phosphorique seul, et si le phosphore ne décompose point l'acide carbonique isolé, d'un autre côté le carbone n'a nulle action sur l'acide phosphorique uni aux bases, et ne donne point de phosphore avec ces sels, comme on l'a vu dans les caractères du genre des phosphates, tandis que le phosphore ne décompose l'acide carbonique qu'autant que celui-ci est uni à des bases ou à l'état de carbonates. C'est donc dans l'attraction de ces dernières pour l'acide phosphorique que repose la raison de la décomposition de l'acide carbonique des carbonates par le phosphore, et de la non-décomposition des phosphates par le carbone. On trouve dans cette action remarquable un effet et un exemple également frappans de ce que j'ai nommé attractions disposantes.

10. Les carbonates se divisent en deux branches par rapport à l'action de l'eau ; les uns y sont presque indissolubles, les autres s'y dissolvent bien ; quelques-uns sont plus solubles dans l'eau chaude que dans l'eau froide. On trouve dans cette propriété des caractères spécifiques.

11. Tous les acides ont plus d'attraction pour les bases terreuses et alcalines que n'en a l'acide carbonique ; tous, versés liquides sur des carbonates solides et cristallisés, y occasionnent une vive effervescence, et en dégagent l'acide carbonique, sous forme de fluide élastique. Cette effervescence qui était autrefois regardée comme un caractère des alcalis, n'en est plus un que pour les carbonates. Le passage de l'acide carbonique, qui y est contenu solide, à l'état de gaz ou de fluide élastique, annonce qu'il y a du calorique dégagé de la nouvelle combinaison entre les bases et les acides décomposans, et que ce calorique s'unit à l'acide carbonique et lui donne la forme gazeuse.

Aussi n'y a-t-il point de chaleur pendant ces décompositions accompagnées d'effervescence ou d'une espèce d'ébullition, tandis qu'il s'en présente une très-forte, lorsqu'on unit ces bases terreuses et alcalines pures et caustiques, aux acides qui les saturent alors sans mouvement ni dégagement de bulles.

12. On se sert de cette décomposition des carbonates par les acides nitrique, muriatique, ou sulfurique, pour recueillir l'acide carbonique sous forme gazeuse. On l'opère dans des bouteilles de verre, garnies de tubes recourbés, qui portent le gaz sous des cloches pleines d'eau, ou dans des flacons pleins de différens liquides qu'on veut imprégner de cet acide.

13. L'acide carbonique s'unit en excès à la plupart des carbonates, ou plutôt les rend dissolubles dans l'eau, lorsqu'ils ne le sont pas par eux-mêmes. Il paraît que c'est ainsi que la nature parvient à dissoudre les carbonates terreux dans l'eau et les fait cristalliser, comme on le verra dans l'histoire de ces espèces.

14. Les carbonates décomposent beaucoup de sels que les bases seules ne décomposeraient pas, à cause de la double attraction qu'exerce l'union de l'acide carbonique avec ces bases.

La chimie, depuis la découverte de ces décompositions, a fait un grand nombre d'autres découvertes sur les substances salines, leur nature et leurs produits, et a beaucoup étendu par elle la doctrine des attractions électives.

15. Les usages des carbonates terreux et alcalins sont extrêmement multipliés; ils sont souvent pour le chimiste des moyens précieux autant qu'exacts d'analyse et de synthèse. On en fait une foule d'applications immédiatement utiles dans les arts. La plupart sont des médicamens très-avantageux que le pharmacien prépare, et que le médecin administre avec des notions positives de leur nature et de leurs vertus. Enfin le minéralogiste en les trouvant dans les collections, et le géologiste dans ses courses, s'élèvent par les lumières que leur fournit la chimie, à de grandes et importantes spéculations sur leur influence et leur formation, et sur la théorie des montagnes, ainsi que sur celle des eaux qui en déplacent et en changent perpétuellement les couches.

16. En appliquant toujours ma méthode systématique des sels fondée sur l'attraction relative des bases pour l'acide qui constitue le genre, je distingue treize espèces déterminées de carbonates, et je les range dans l'ordre suivant :

1°. Carbonate de barite;
2°. Carbonate de strontiane;
3°. Carbonate de chaux;
4°. Carbonate de potasse;
5°. Carbonate de soude;
6°. Carbonate de magnésie;
7°. Carbonate d'ammoniaque;
8°. Carbonate ammoniaco-magnésien;
9°. Carbonate de glucine;
10°. Carbonate d'alumine;

11°. Carbonate de zircone ;
12°. Carbonate ammoniaco-zirconien.
13°. Carbonate ammoniaco-glucinien.

§. II.

Des caractères spécifiques des carbonates terreux et alcalins.

ESPÈCE I. — *Carbonate de barite.*

A. *Synonymie ; histoire.*

1. Il n'y a que vingt ans, depuis 1776, qu'on a eu la première connaissance de ce sel, et seize qu'on l'a trouvé dans la nature. C'est à Schéele et à Bergman qu'est due sa découverte, et à M. Withering, anglais, qu'on doit la première notion de son existence naturelle. Ses propriétés ont été successivement examinées par M. Kirwan, Pelletier, M. Hope et moi ; il reste aujourd'hui peu de choses à terminer pour en avoir une connaissance complète.

2. On l'a nommé *spath pesant aéré*, *barosélénite aérée*, *terre pesante aérée*, *méphite de barite*, *craie de barite*, *witherite*, parce que M. Withering l'avait découverte.

B. *Propriétés physiques ; histoire naturelle.*

3. Le carbonate de barite, préparé artificiellement est sous la forme d'une poussière blanche, insipide, pesant 3,763.

4. Celui qu'on a trouvé assez abondamment à Moor-Alston, dans le Cumberland, est en masses striées, lamelleuses, demi-transparentes : sa forme primitive présumée est le prisme hexaèdre. Sa pesanteur est de 4,331.

5. On l'a encore rencontré dans le Scholtand en Suède

dans les mines de charbon de Lancashire. Il est souvent mêlé avec du sulfate de barite, du carbonate de chaux, des oxides de fer, du sulfate de fer. Quoiqu'on trouve beaucoup plus fréquemment le sulfate de barite que le carbonate, on peut présumer qu'on le trouvera beaucoup plus abondamment par la suite : et cette recherche doit exciter le plus grand zèle parmi les minéralogistes, puisque, comme on le verra d'après ses propriétés, ce sel terreux doit devenir quelque jour de la plus grande utilité dans les arts.

C. *Extraction ; préparation ; purification.*

6. Quand on possède le carbonate de barite natif, il n'y a qu'à le choisir bien pur, bien lamelleux, sans mélange d'oxides métalliques, ni de corps étrangers quelconques.

7. Il y a quatre moyens principaux de le préparer artificiellement, soit en exposant la dissolution de barite pure à l'air ; elle s'y recouvre d'une pellicule de ce sel en absorbant l'acide carbonique de l'atmosphère ; soit en faisant passer dans cette dissolution, du gaz acide carbonique qui s'y fixe et y forme sur-le-champ un précipité abondant ; soit enfin en décomposant par la voie sèche et à l'aide du feu le sulfate de barite natif, par le carbonate de potasse ou de soude, en lavant le mélange par l'eau qui enlève le sulfate soluble, et laisse le carbonate de barite insoluble ; soit enfin en précipitant le nitrate et le muriate de barite dissous par des dissolutions de carbonate de potasse, de soude, ou d'ammoniaque. Les deux premiers et le quatrième procédés donnent ce sel très-pur quand on lave bien le précipité. Le troisième ne fournit qu'un mélange de carbonate et de sulfate de barite, ce dernier n'étant jamais complétement décomposé.

D. *Action du calorique.*

8. Le carbonate de barite artificiel, ni le carbonate de barite

natif ne perdent point leur acide carbonique par l'action du feu. Le premier contenant beaucoup plus d'eau que le second, et ce liquide n'étant pas très-adhérent dans ce sel pulvérulent, perd 0,28 de son poids, et une partie de son acide s'échappe avec elle par la calcination; tandis que le second ne perd rien. M. Withering a le premier observé que ce sel natif se fondait au grand feu plutôt que de laisser aller l'acide carbonique qu'il contenait. Il devient seulement blanc opaque comme du biscuit de porcelaine; il prend aussi une couleur verte bleuâtre dans son intérieur.

E. *Action de l'air.*

9. Il est entièrement ou complétement inaltérable à l'air.

F. *Action de l'eau.*

10. L'eau froide n'attire presque en aucune maniere le carbonate de barite. J'ai cependant trouvé que, laissée long temps en contact avec celui de Moor-Alston en poudre très-fine, elle en avait dissous $\frac{1}{4304}$; et que l'eau bouillie long temps avec ce sel natif en avait enlevé $\frac{1}{2504}$.

G. *Décomposition; proportion.*

11. M. Hope a trouvé qu'en chauffant le carbonate de barite dans un creuset de plombagine il perdait son acide carbonique, tandis que dans un creuset de terre il ne laissait rien échapper. Pelletier, qui a vérifié et confirmé cette singulière expérience dont la théorie ne nous est pas connue, l'a répétée d'une manière plus exacte. Il a fait une pâte de cent parties de ce sel et de dix parties de charbon, qu'il a chauffée au milieu de la poussière de charbon, et par ce procédé simple il a obtenu de la barite pure et dissoluble; c'est donc un moyen d'extraire cet alcali caustique bien pur, bien cristallisable, en un mot jouissant de toutes les propriétés décrites à son article.

12. Quoique tous les acides décomposent le carbonate de barite, chacun d'eux opère cet effet avec quelques phénomènes particuliers. L'acide sulfurique, concentré ou étendu de trois à quatre parties d'eau, n'en dégage l'acide carbonique avec effervescence qu'à l'aide de l'élévation de température. L'acide nitrique concentré n'a aucune action sur lui, il le dissout complétement à froid et avec une vive effervescence lorsqu'il est étendu d'eau, il se forme du nitrate de barite qui reste en dissolution dans la liqueur, de manière qu'il n'y a aucun résidu solide, quand le carbonate de barite est bien pur, comme je l'ai vu pour celui de Moor-Alston.

13. Ce sel en petits morceaux, comme les deux cas précédemment cités, est aussi inattaquable par l'acide muriatique concentré; quand cet acide est étendu, il attaque le carbonate de barite avec une espèce de décrépitation, il en dégage le gaz acide carbonique en grosses bulles intermittentes, si l'acide est encore fort, et en un jet continu de petites bulles jusqu'à complète dissolution, si l'acide est assez faible pour ne plus peser qu'entre $\frac{1}{25}$ ou $\frac{1}{30}$ plus que l'eau. L'acide muriatique concentré, qui n'agit point à froid sur le carbonate de barite, le dissout avec une forte effervescence à l'aide de la chaleur; mais dans ce cas, le sel se prend en masse. De l'acide muriatique concentré et fumant, versé dans un mélange de carbonate de barite et de cet acide faible qui le décompose bien, arrête tout-à-coup l'effervescence et la dissolution; en ajoutant de l'eau, l'action interrompue recommence. Du muriate de barite solide, jeté dans le mélange en effervescence, l'arrête aussi. On reconnaît dans ces faits l'influence de l'eau et de son calorique qui écarte les molécules de l'acide, celles du carbonate de barite, et qui favorise sa dissolution comme sa décomposition. J'ai fait voir le sujet des attractions multipliées qui naissent dans ces mélanges, dans le mémoire que j'ai publié en 1790, sur l'analyse du carbonate de barite natif de Moor-Alston. (*Voyez Annales de chimie, tom. IV*, pag. 62, *et le*

Dictionnaire de chimie de l'Encycloped. méthod. — tom. 3, *p.* 9.)

14. L'acide phosphorique et l'acide fluorique agissent également sur le carbonate de barite, et chassent l'acide carbonique en s'unissant à sa base, mais moins facilement que les acides nitrique et muriatique affaiblis.

15. L'acide carbonique liquide, ou l'eau acidule dissout $\frac{1}{830}$ de ce sel en poudre, plus du double, comme on voit, de ce que dissout l'eau bouillante. Cette dissolution se décompose à l'air et par l'addition de toutes les matières alcalines et terreuses, dissolubles, qui s'emparent très-vîte de l'acide carbonique dissolvant, en précipitant le carbonate de barite dissous. On peut croire que c'est à l'aide de cet acide que la nature dissout et fait cristalliser ce sel dans le sein de la terre.

16. Le carbonate de barite n'a aucune action sur les sels; mais si on le fait fortement chauffer avec ceux même de ces composés dont les principes sont les plus adhérens, en y mêlant préalablement du charbon qui a, comme l'on sait, la propriété d'en faire dégager l'acide carbonique, alors la barite devenue libre se porte sur les acides et en dégage la base. Par ce procédé on peut décomposer les sulfates et les muriates de potasse de soude, etc.

17. Les chimistes qui ont analysé le carbonate de barite, soit artificiel, soit natif, et qui ont cherché à déterminer la proportion de ses principes, ne sont pas parfaitement d'accord entre eux sur le résultat de leurs analyses. M. Kirwan dit que cent parties de ce sel artificiel contiennent :

Barite. . . . . 65.
Acide carbonique. 27.
Eau. . . . . 28.

Suivant lui, cent parties de carbonate de barite natif sont composées de

Barite. . . . . 78.
Acide carbonique. 20.
Sulfate de barite. 2.

Dans mes recherches sur le même sel de Moor - Alston, choisi à la vérité bien pur, je n'ai point trouvé de sulfate de barite et il m'a présenté les proportions suivantes :

Barite . . . . . 90.
Acide carbonique . 10.

J'observe cependant que la proportion de barite paraît être un peu trop forte, et que sur son poids il faut prendre celui de l'eau qui m'est inconnue, mais que j'y admets quoique M. Kirwan en nie l'existence dans ce sel. Pelletier a trouvé dans cent parties de ce sel natif,

Barite . . . . . 62.
Acide carbonique 22.
Eau . . . . . 16.

H. *Usages.*

18. Le carbonate de barite n'est encore d'usage que dans les laboratoires de chimie, pour les expériences de démonstration. Quand on l'aura trouvé plus abondamment dans la nature, il deviendra d'une grande utilité. Non-seulement on s'en servira en chimie pour préparer tous les sels baritiques; mais il pourra rendre d'importans services dans les manufactures pour l'exploitation de plusieurs matières salines et pour l'extraction de leurs bases. Quelques médecins ont proposé l'usage de ce sel comme médicament: on doit être prévenu qu'il empoisonne les animaux, et que son administration médicale exige conséquemment la plus sévère et la plus habile circonspection.

ESPÈCE II. — *Carbonate de strontiane.*

A. *Synonymie; histoire.*

1. Crawford soupçonna le premier que le fossile trouvé à Strontian en Ecosse, et regardé comme du carbonate de

barite, contenait une terre particulière. M. Hope le prouva en novembre 1793, et nomma ce sel *strontite*. M. Klaproth a confirmé ce résultat et découvert de son côté le carbonate de strontiane comme un sel particulier, sans connaître les travaux antérieurs de M. Hope. M. Schmeisser, de Hambourg, l'annonça dans son ouvrage de minéralogie. Blumenbach et Sulzer l'avoient nommée strontianite. Il a été confondu pendant plusieurs années avec le carbonate de barite natif ou la witherite. Pelletier, le citoyen Vauquelin et moi, nous l'avons examiné à Paris, et nous nous sommes convaincus que malgré quelques analogies avec le carbonate de barite natif, ce sel en différait cependant par plusieurs propriétés déja trouvées par MM. Crawford, Hope et Klaproth, et qui vont être décrites ici.

B. *Propriétés physiques; histoire naturelle.*

2. Le carbonate de strontiane est en aiguilles ou prismes fins striés qui paraissent être hexaèdres, d'un blanc un peu verdâtre. Il pèse de 36,583 à 36,750. Suivant Pelletier, il est sans saveur.

3. On l'a trouvé d'abord à Strontiane dans l'Argyleshire, ou le comté d'Argyle, situé à la partie occidentale du nord de l'Ecosse. Il y accompagne un filon de mine de plomb; le citoyen Guyot l'a trouvé à Lead'hills en Ecosse et il l'a pris pour du carbonate de barite. Le cit. Guyton assure qu'il accompagne quelques espèces de sulfate de barite. Il est très-vraisemblable qu'on le trouvera abondamment en France, puisqu'on vient d'y trouver le sulfate de strontiane, et qu'il peut bien exister dans les lieux où ce dernier est placé.

C. *Préparation; purification.*

4. On peut le faire artificiellement en saturant une dissolution de strontiane d'acide carbonique, ou en précipitant des sels solubles de cette base par les carbonates alcalins.

5. On connaît ce sel depuis trop peu de temps encore pour savoir comment le purifier des différentes matières qui peuvent l'accompagner dans la nature; mais on peut préférer, pour l'avoir bien pur, de le préparer artificiellement.

D. *De l'action du calorique.*

6. Quand on calcine le carbonate de strontiane dans un creuset sans le chauffer assez pour le faire fondre, il laisse échapper cinq ou six parties sur cent d'acide carbonique, on en sépare ensuite, à l'aide de l'eau chaude, de la strontiane pure et cristallisable par le refroidissement. Ce sel est donc plus aisément décomposable que le carbonate de barite. Quand on le pousse fortement au feu, il attaque le creuset et se fond en un verre imitant la couleur de la chrysolithe ou du phosphate de chaux pyramidé.

E. *Action de l'air.*

7. Il est entièrement inaltérable à l'air.

F. *Action de l'eau.*

8. L'eau n'agit pas plus sur lui que sur le carbonate de barite.

G. *Décomposition; proportion.*

9. Le charbon avec lequel on le chauffe, après avoir réduit ce mélange en pâte suivant le procédé de Pelletier, favorise le dégagement de l'acide carbonique en gaz; il perd ainsi 0,28 de son poids, et la strontiane se trouve pure et peut être dissoute dans l'eau bouillante d'où elle se dépose en cristaux par le refroidissement. Lorsqu'on le jette en poudre sur des charbons bien allumés, ou sur la flamme d'une bougie, il présente une scintillation rouge. On observe le même phénomène au chalumeau qui fond ce sel en un globule vitreux opaque, tombant en poussière à l'air.

10. Les acides le décomposent et en dégagent l'acide carbonique avec effervescence. Cent parties de ce sel dissoutes dans l'acide nitrique affaibli, ont perdu 80 par l'effervescence. L'acide muriatique se comporte avec lui comme avec le carbonate de barite, et on sait que le muriate de strontiane qui en provient se distingue sur-tout de celui de barite par la propriété de colorer la flamme en rouge pourpre et par sa forme, etc. Quand on le traite par l'acide sulfurique, quoique l'eau distillée ne dissolve que très-peu le sulfate de strontiane formée, il devient cependant très-sensible par le précipité qu'y forme le muriate de barite.

11. Il n'y a pas d'action de la part des bases sur le carbonate de strontiane; si l'on excepte la barite qui, chauffée avec le carbonate de strontiane, le décompose et met cette terre à nu, on n'en observe pas davantage sur les sels de la part de ce composé.

12. Si ces propriétés qui paraissent peu marquées dans leurs différences entre les deux premiers carbonates et qui ont empêché les chimistes de les distinguer pendant plusieurs années, pouvaient laisser du doute sur leur diversité, qu'on rapproche la pesanteur moindre de celui-ci, la perte d'une partie d'acide par le feu, la couleur rouge communiquée à la flamme, sa décomposition par le barite caustique, et ce doute sera bientôt dissipé; on va voir encore dans la proportion des principes et dans l'action sur l'économie animale de nouvelles preuves de la différence de ces deux carbonates.

13. D'après l'analyse de Pelletier, cent parties de carbonate de strontiane sont composées de

Strontiane . . . . 62.
Acide carbonique 30.
Eau . . . . . 8.

H. *Usages.*

14. On n'a encore fait aucun usage du carbonate de strontiane : il faut remarquer cependant que dans ses utiles essais sur ce sel, Pelletier a trouvé qu'il n'était pas nuisible et vénéneux pour les animaux comme le carbonate de barite, cela doit engager les médecins à examiner les propriétés des sels solubles de cette base, et à les comparer avec celles des composés salins dont la barite fait partie.

ESPÈCE III. — *Carbonate de chaux.*

A. *Synonymie; histoire.*

1. Il y a peu de corps salins aussi intéressans dans leur histoire que le carbonate de chaux. Existant en grande masse dans la nature, contribuant à la formation des montagnes dont il compose souvent la plus grande partie, se déposant sans cesse au fond des mers où il sert pendant quelque temps de soutien, d'enveloppe ou de squelette à d'innombrables myriades d'animaux, se présentant dans mille fentes ou cavités souterraines, sous la forme brillante ou variée de cristaux transparens et réguliers, s'y entassant en couches terrestres immenses et pierreuses, là pendant en stalactites au haut des cavernes, plus loin congelé ou incrusté sur différens corps, dans un autre lieu composant le sol des plaines et recevant les moissons, ailleurs, et dans une foule d'endroits, dissous dans les eaux et coulant liquide avec elles, de là, transporté par les efforts de l'homme sur la surface du globe et servant aux monumens qu'il y élève, chauffé dans les fours pour y devenir de la chaux vive si nécessaire aux constructions, introduit en un mot dans une grande quantité d'ateliers pour y remplir des usages multipliés, le carbonate de chaux inté-

resse tout-à-la-fois le géologiste, le minéralogiste, le chimiste, le philosophe, le physicien, le manufacturier, l'artiste et l'ouvrier. Aussi a-t-il fait l'objet de beaucoup de travaux et de recherches, après l'époque si brillante où Black a commencé à le faire connaître avec exactitude, à le faire passer en quelque sorte de la classe des pierres ou des terres dans celle des sels. Les expériences successives de Bergman, de Priestley, de Rouelle, de Lavoisier et de plusieurs autres, ont développé toutes ses propriétés chimiques; tandis que les études minéralogiques de Hill, Romé-Delisle, Kirwan, le citoyen Haüy en scrutaient et les diverses variétés naturelles et les formes si nombreuses et si variées, et les lois de structure qui ont présidé à ces forces diverses.

2. Comme le carbonate de chaux a été en même temps un objet de recherches immenses pour les minéralogistes et pour les chimistes, on le trouverait désigné par ne foule de synonymes si l'on comptait parmi les noms qu'il a portés, ceux qu'on a donnés aux fossiles si variés qu'il présente. Ainsi c'est *la matière calcaire* en général, la terre *calcaire*, *la craie*, *la pierre à chaux*, *la pierre à bâtir*, *le tuf*, *le cron*, *le falun*, *le marbre pur*, *le spath calcaire*, *les incrustations*, *les guhrs*, *les stalactites*, *les albâtres*, *le blanc d'Espagne*, suivant les formes qu'il affecte, les apparences qu'il montre, les lieux qu'il occupe, les ressemblances qu'il présente, les usages auxquels on le destine. De leur côté, les chimistes, à mesure qu'ils l'ont mieux connu, l'ont successivement désigné par les mots *chaux adoucie*, *chaux effervescente*, *chaux aérée*, *méphite de chaux*, *craie calcaire*, enfin carbonate de chaux ou carbonate calcaire, dernier nom donné dans la nomenclature méthodique et adopté généralement dans toutes les langues et tous les ouvrages de chimie moderne.

B. *Propriétés physiques; histoire naturelle.*

3. Le carbonate de chaux est sans saveur, ce qui l'a fait

long temps regarder comme une pierre dans son état. Il se cristallise en rhombes transparens, et subit de très-nombreuses variétés de formes, il offre alors une double réfraction. Il pèse 2,700.

4. Comme il est excessivement abondant et varié dans la nature, les lithologistes en ont fait une classe entière de terres ou de pierres, sous le nom de calcaires; ils les ont divisées en ordre, en genres, en espèces, en variétés, dont ils ont décrit des suites extrêmement nombreuses, et qu'on pourrait encore multiplier davantage, sans espérance d'offrir ni de réunir jamais tout ce que la nature présente. On peut cependant réduire à quelques traits généraux et simples cette histoire naturelle de la matière calcaire, l'un des fondemens de notre globe, et l'un des plus abondans matériaux dont il est composé.

5. On peut en former six genres principaux par rapport aux principales différences que ce sel affecte dans la nature. Le premier comprend le carbonate de chaux primitif, celui qu'on trouve dans les montagnes primitives ou de première formation, sans qu'on puisse y reconnaître son ancienne origine; il est en couches horizontales ou verticales, remplissant des fentes de granit ou de schiste; il est souvent assez pur, quelquefois mêlé de silice ou d'alumine.

Le second genre appartiendra aux dépôts coquilliers, madréporeux, lithophyteux, si abondans au sein des montagnes modernes, formant le sol de tant de plaines, comprenant depuis les coquilles fossiles dont les espèces sont faciles à déterminer jusqu'aux terres résultantes de leur broiement, et n'offrant plus que quelques fragmens encore reconnaissables pour avoir appartenu aux animaux marins dont ils sont les dépouilles entassées, et en quelque sorte les monumens sépulcraux. On placerait dans ce second genre toutes les coquilles madrépores, fossiles, que les naturalistes désignent en ajoutant le mot *lithe* à leur premier nom. Les faluns, les crons, les terres coquillières, les lumachelles, etc.

Le troisième genre renfermera les terres et pierres calcaires proprement dites, c'est-à-dire le carbonate de chaux broyé, n'ayant presque plus de formes organiques sensibles, et constituant les craies, la moelle de pierre, le tuf, les pierres calcaires à gros et à menu grain.

Dans le quatrième genre on disposera les marbres plus durs et plus fins dans leur tissu que les pierres calcaires, et dont les variétés sont immenses par rapport aux diverses matières qui leur sont mêlées, et aux différences de nuances, de taches, de couleurs qu'elles y font naître.

Au cinquième genre seront rapportées les concrétions calcaires, comprenant les incrustations, les ostéocoles, les prétendues pétrifications, les stalactites, les albâtres.

Enfin, dans le sixième et dernier genre viendrait le *spath calcaire* des naturalistes, ou le carbonate de chaux natif pur et cristallisé.

6. Ce dernier genre lithologique est le véritable sel dont on doit examiner les propriétés avec le plus de soin. C'est celui où les chimistes doivent considérer le carbonate de chaux bien pur et qu'il doivent choisir pour leurs expériences. Aucun sel terreux ne paraît aussi abondant au sein du globe; aucun ne présente autant de variétés: outre celles de la couleur, de la pureté, de la transparence, de la demie transparence ou de l'opacité, des mélanges divers, de la manière dont il existe dans la terre ou de son gissement; Hill en a décrit une foule de formes modifiées; et le calcul a en effet donné pour résultat à l'habile cristollographe Haüy un nombre de plus de huit millions de figures. Chaque jour on découvre de nouveaux cristaux; déja on en connaît quarante-deux variétés de forme, et quoiqu'il soit vraisemblable que les circonstances nécessaires à la naissance des immenses variétés que le calcul des décroissemens annonce possibles ne se rencontrent pas dans la nature, on ne saurait douter qu'il n'en reste encore une foule à découvrir.

7. Dans l'impossibilité et l'inutilité même où l'on doit être pour un ouvrage systématique de chimie, de faire connaître en détail les variétés déja trouvées dans les formes du carbonate de chaux natif cristallisé, je me bornerai à donner ici une notice de la forme primitive et de douze principales de ces variétés, en choisissant, d'après le citoyen Haüy lui-même, les plus remarquables, ou les plus importantes à distinguer.

Forme primitive : rhomboïde obtus, dont les angles plans sont d'environ 101 degrés $\frac{1}{2}$ et 78 degrés $\frac{1}{2}$; molécule intégrante, idem.

VARIÉTÉS.

A. *Carbonate calcaire primitif.* Ce cristal a une réfraction double ; elle dépend de ce que les images des objets paraissent doubles lorsqu'on regarde ceux-ci à travers deux faces parallèles de ce sel rhomboïde et à travers deux faces inclinées entre elles sur les autres minéraux transparens qui ont cette propriété.

On vient de trouver que tous les cristaux à double réfraction ont un sens où l'image paraît simple. Cet effet a lieu en général lorsque l'une des faces à travers lesquelles on regarde les objets est perpendiculaire ou parallèle à l'axe, suivant les différentes espèces.

B. *Carb. calc. équiaxe*, vulgairement lenticulaire ; rhomboïde très-obtus dont l'axe est égal à celui du noyau.

C. *Carb. calc. inverse ;* muriatique de Delisle, rhomboïde aigu, dans lequel les angles plans sont égaux aux inclinaisons respectives des faces du noyau et réciproquement ; c'est de cette inversion qu'est tiré le nom de cette variété.

D. *Carb. calc. contrastant :* rhomboïde très-aigu, dans lequel les angles plans sont égaux aux inclinaisons respectives des faces du rhomboïde très-obtus ou équiaxe, et réciproquement ; ce qui forme une espèce de contraste.

E. *Carb. calc. métastatique*, vulgairement *dent de cochon ;* dodécaèdre à triangles scalènes, dans lequel le grand angle de chaque triangle est égal à l'angle obtus du noyau ; et la plus petite inclinaison des faces égale à la plus grande des faces du noyau, d'où résulte une sorte de *métastase* ou de transport des angles du noyau sur le cristal secondaire.

F. *Carb. calc. cuboïde :* rhomboïde légèrement aigu, peu différent du cube ; découvert par le citoyen Dodun, près de Castelnaudari.

G. *Carb. calc. prismatique :* prisme hexaèdre régulier.

H. *Carb. calc. amphypentagonal :* on l'appelle *tête de clou* lorsque son prisme est très-court : prisme à six pans pentagones, terminé de part et d'autre par trois pentagones différens des précédens.

I. *Carb. calc. alterne :* prisme à six pans hexagones alongés, terminé de part et d'autre par six faces quadrilatères réunies en pyramide. Les angles aigus des hexagones latéraux sont alternativement tournés en haut et en bas. Quelque fois les pans se réduisent à des quadrilatères.

K. *Carb. calc. émergent :* le métastatique dont les sommets sont interceptés chacun par trois rhombes parallèles aux faces primitives, en sorte que le noyau semble sortir du cristal secondaire.

L. *Carb. calc. analogique :* l'alterne dont les sommets sont interceptés chacun par trois trapézoïdes qui appartiennent à l'équiaxe. Le nom d'analogique est tiré des différentes analogies que présente cette variété comparée à d'autres de la même espèce ou d'espèce différente.

M. *Carb. calc. assorti :* l'alterne dont les sommets sont interceptés chacun par trois rhombes parallèles à ceux du noyau. Le nom d'assorti est tiré de ce que les lois de décroissement deviennent sensibles d'après la seule position des facettes qui en résultent, relativement aux rhombes extrêmes qui appartiennent au noyau.

C. *Préparation.*

8. On sent bien qu'un sel que la nature offre si fréquemment et si abondamment dans presque tous les lieux ou les points du globe, et qu'on peut se procurer si facilement pur, n'a besoin ni de préparation ni de purification. Cependant on peut le préparer artificiellement en unissant l'acide carbonique avec la chaux. On a vu dans l'histoire de cette dernière, que cet acide gazeux était rapidement absorbé par la dissolution de chaux, et qu'il y formait un précipité de carbonate calcaire : il faut ajouter ici à ces détails que pour composer aussi le carbonate de chaux bien pur, il est nécessaire d'employer une dose juste et bien proportionnée d'acide carbonique ; si on en met trop peu, le premier précipité de carbonate calcaire qui se forme se redissout dans l'eau de chaux et semble former un carbonate avec excès de chaux ; si l'on en met trop, le carbonate calcaire d'abord précipité se redissout et disparaît dans cet excès d'acide carbonique ; il est vrai qu'on peut le faire reparaître en ajoutant de nouvelle eau de chaux, ou en dégageant l'acide, excédent à l'aide de l'action du feu.

D. *Action du calorique.*

9. Le carbonate de chaux, exposé à une chaleur brusque, décrépite, perd son eau de cristallisation, devient blanc opaque et beaucoup moins friable que le sulfate de chaux traité de la même manière. Si l'on chauffe davantage, on enlève l'acide carbonique qui s'exhale sous la forme de gaz. En faisant cette expérience dans un vase fermé, et sur-tout dans une cornue de fonte ou dans un canon de fusil, auquel on adapte un tube plongeant sous des cloches pleines d'eau, on recueille le gaz acide carbonique qui fait à-peu-près les 0,32 du poids du sel ; souvent on obtient en même temps un peu de gaz hidrogène, en

raison de l'action réciproque de l'eau sur les parois du vase de fer. Si on fait l'opération dans des cornues ou tubes de porcelaine on n'a point de gaz hidrogène. Les cornues de grès ou de terres cuites en grès laissent filtrer une partie du gaz acide carbonique, et trompent sur les résultats comme la Rochefoucauld et Priestley s'en sont assurés. Il reste de la chaux pure et vive dans l'appareil distillatoire.

10. Dans l'art du chaufournier on fait subir aux pierres à chaux ou au carbonate de chaux pierreux massif, au marbre, au spath calcaire, aux coquilles d'huîtres, etc. un changement pareil. Cet art consiste uniquement dans la décomposition de ce sel par le feu. On construit un four avec les morceaux même de la pierre à chaux; on laisse entre eux des intervalles ou des vides pour permettre à la flamme de les parcourir et de les frapper tous sur tous leurs points; on chauffe avec du bois ou de la houille; l'eau et l'acide carbonique gazeux se dégagent dans l'atmosphère : on poursuit l'opération jusqu'à ce que tout le sel soit bien décomposé, privé d'acide et d'eau, et réduit à sa base pure; c'est ainsi qu'on obtient la chaux vive.

E. *Action de l'air.*

11. Le carbonate de chaux n'est point altéré par le contact de l'air; il ne perd ni n'absorbe d'humidité.

F. *Action de l'eau.*

12. L'eau ne dissout point le carbonate de chaux, en quelque quantité qu'on emploie ce liquide, et à quelque température qu'on l'élève.

G. *Décomposition; proportions.*

13. Le carbonate de chaux n'éprouve aucune altération de la part de plusieurs corps combustibles; le charbon n'en favo-

rise point le dégagement de l'acide, comme il le fait à l'égard des carbonates de barite et de strontiane ; ou aumoins on n'a point constaté cette propriété.

14. Le phosphore le décompose, à l'aide d'une température qui excède celle de l'eau bouillante ; il se forme de l'acide phosphorique qui s'unit à la chaux, et il se dégage du carbone qui noircit tout-à-coup le mêlange. Cette décomposition remarquable est due à une attraction élective disposante et double qui a été expliquée en détail dans l'article du genre ; on se souvient que le carbone ne décompose pas le phosphate de chaux.

15. Quand on chauffe fortement du carbonate calcaire avec du soufre, il y a formation de sulfure de chaux, et dégagement d'acide carbonique gazeux au moment où le sulfure se forme et se fond. Le gaz acide carbonique entraîne, dans ce cas, un peu de soufre en vapeur qui lui donne une odeur fétide.

16. Ce sel n'attaque point les oxides métalliques, et il n'y a point de combinaison entre ces corps.

17. Tous les acides décomposent le carbonate calcaire et en dégagent l'acide carbonique avec effervescence, en raison du calorique qui se sépare en même temps de la chaux et d'eux mêmes : de sorte qu'on trouve ici le jeu des attractions doubles ; savoir celle de l'acide pour la chaux, et celle du calorique pour l'acide carbonique. Aussi cette effervescence est-elle accompagnée de froid ou de non augmentation de température, tandis que lorsqu'on combine les mêmes acides avec la chaux il y a beaucoup de chaleur produite ou de calorique mis en liberté.

18. L'acide carbonique dissout facilement le carbonate de chaux, et c'est ainsi qu'il est dissous dans toutes les eaux naturelles ; lorsque cet acide se dégage de l'eau par le contact de l'air et sur-tout par l'action du calorique, le carbonate de chaux s'en dépose en poussière. Voilà ce qui arrive aux eaux

qui forment des incrustations sur les corps qu'elles mouillent, dans les canaux qu'elles parcourent; comme celles d'Arcueil, près Paris, de Saint-Allyre à Clermont-Ferrand, celle des bains de Saint-Philippe en Italie, et une foule d'autres. Si on ajoute de l'eau de chaux à cette dissolution de carbonate calcaire par l'acide carbonique, ce sel se précipite de l'eau; le même phénomène a lieu en mettant dans cette dissolution de la potasse, de la soude ou de l'ammoniaque, qui s'emparent de l'acide carbonique et forcent alors le carbonate de chaux de quitter l'eau, en lui rendant son indissolubilité.

19. La barite et la strontiane décomposent le carbonate calcaire et lui enlèvent son acide. Les alcalis n'opèrent point une pareille décomposition. La silice et l'alumine n'agissent pas non plus sur ce sel. A un grand feu, elles entrent en fusion avec la base d'où l'acide carbonique s'exhale. La chaux paraît avoir elle-même une sorte d'attraction pour ce sel, puisqu'elle opère sa dissolution dans l'eau, comme on l'a vu plus haut.

20. Le carbonate de chaux n'a pas d'action sensible sur la plupart des sels; il n'y a que ceux à base d'ammoniaque qu'il décompose à l'aide d'une haute température. L'acide de ces sels ammoniacaux se porte alors sur la chaux; tandis que l'acide carbonique s'unit à l'ammoniaque. Le carbonate d'ammoniaque se sublime à mesure qu'il se forme; il prend dans sa sublimation lente une forme irrégulière. C'est ainsi qu'on prépare, avec le muriate ammoniacal et le carbonate calcaire, du carbonate d'ammoniaque, comme on le verra.

21. Suivant Bergman, 100 parties de carbonate calcaire bien pures, sont formées de

Chaux . . . . . 55.
Acide carbonique 34.
Eau . . . . . 11.

H. *Usages.*

22. Les usages du carbonate de chaux sont extrêmement multipliées. Il sert dans ses masses dures, d'un grain fin et susceptible de poli, à la sculpture; ses masses moins fines que les précédentes sont employées aux constructions sous le nom de moëllons ou de pierre à bâtir. Avec ces pierres tendres ou communes on fait de la chaux; il n'y a pas une variété de ce sel qui ne soit consacrée à quelque usage économique ou industriel. Les chimistes le destinent à un grand nombre d'opérations.

ESPÈCE IV. — *Carbonate de potasse.*

A. *Synonymie; histoire.*

1. Il y a long temps qu'on emploie en chimie et dans les arts le carbonate de potasse, sans le connaître et le distinguer de l'alcali végétal comme on l'appelait; le caractère de faire effervescence avec les acides qu'on lui donnait le prouve évidemment. Après Black, Jacquin, Chaulnes, Lavoisier, Berthollet et Pelletier se sont successivement occupés des propriétés de ce sel, et chacun a ajouté quelque connaissance de plus à son histoire. Bohnius avait annoncé, dès 1666, sa propriété cristallisable, et en 1764, Montet, chimiste de Montpellier, l'avait obtenu en cristaux avant que l'on eût connu sa nature.

2. Depuis qu'on a commencé à étudier ses caractères et sa composition, on l'a nommé *alcali végétal doux*, *alcali fixe effervescent*, *alcali fixe aéré*, *craie alcaline*, *tartre méphitique*, *méphite de potasse*, après les noms de *sel fixe de nitre*, *sel de tartre*, *nitre fixé*, *flux blanc*, *alcali fixe*, sous lesquels on l'avait connu avant la découverte de l'acide qui le constitue dans l'état salin.

B. *Propriétés physiques ; histoire naturelle.*

3. Le carbonate de potasse cristallise en prismes quarrés terminés par des pyramides quadrangulaires. Il a une saveur urineuse douce ; il verdit le syrop de violette.

4. On ne la point encore trouvé parmi les fossiles. Il se rencontre dans les sucs des végétaux, et on l'extrait spécialement de leurs cendres, sur-tout très-abondamment de celle de l'acidule tartareux. Il est beaucoup plus rare dans les substances animales. On voit d'après cela pourquoi, dans un temps où l'on croyait que ce sel était de l'alcali fixe pur, on le nommait alcali végétal.

C. *Préparation ; extraction.*

5. Quand on le tire des matières végétales par l'incinération et la lessive, il n'est jamais pur. Outre qu'il n'est pas saturé d'acide carbonique, il contient presque toujours de la silice, et divers sels. On le purifie, en faisant passer dans sa dissolution du gaz acide carbonique qui est absorbé.

6. On prépare souvent ce sel promptement, et comme on le disait autrefois extemporanément, en faisant détoner du nitre et du tartre. L'acide carbonique, qui se forme dans cette combustion rapide, s'unit à la potasse qui reste ; mais jamais elle n'en est saturée par ce procédé, et on est obligé d'en ajouter après dans sa dissolution.

7. Le procédé de Chaulnes est encore très-propre à fournir du carbonate de potasse ; il consiste à exposer une dissolution pure de potasse dans le gaz acide carbonique dégagé de la bierre en fermentation ; à remuer beaucoup la liqueur à l'aide de moussoirs ; l'acide est promptement absorbé ; le carbonate de potasse formé se cristallise au milieu de la liqueur ; on le fait sécher à l'air sur des papiers non collés, et on l'enferme dans des vases bien clos.

8. Quand on n'a pas de cuve de brasseur à sa disposition, on fait passer du gaz acide carbonique, dégagé du carbonate de chaux à l'aide de l'acide sulfurique, dans une dissolution de potasse, placée dans des bouteilles hautes et étroites. Le carbonate de potasse cristallise à la surface de la liqueur et autour des tubes qu'il faut avoir soin de choisir larges pour empêcher qu'ils ne soient bouchés par le sel : c'est ainsi que Pelletier a obtenu les cristaux de carbonate de potasse en prismes tétraèdres rhomboïdaux terminés par des sommets dièdres.

9. Le citoyen Berthollet a donné encore un autre procédé pour préparer le carbonate de potasse ; il consiste à distiller, avec une dissolution de cet alcali non saturé, du carbonate d'ammoniaque solide auquel la potasse enlève l'acide carbonique : de sorte qu'elle se cristallise dans la cornue, tandis que l'ammoniaque se dégage en gaz ou en liqueur caustique.

D. *Action du calorique.*

10. Le carbonate de potasse se fond à une légère chaleur, il perd ensuite l'eau de sa cristallisation, qui va de 0, 15 à 0,17; il se dégage aussi une portion de son acide carbonique; mais on ne peut lui enlever tout son acide par ce procédé, et les dernières portions y adhèrent avec une grande force, de sorte que l'action du calorique ne peut pas servir à en faire une analyse exacte.

E. *Action de l'air.*

11. Quand on expose du carbonate de potasse bien pur et bien cristallisé au contact de l'air sec, il se couvre bientôt d'une légère poussière blanche qui annonce qu'il est efflorescent. Cependant avant que les chimistes connussent l'état saturé de ce sel, ils pensaient que son caractère était d'attirer l'eau de l'atmosphère, et ils le désignaient par le nom d'alcali déliquescent. Lorsqu'il s'humecte à l'air, c'est qu'il n'est

pas saturé d'acide carbonique, et qu'il contient une portion de potasse à nu ou caustique, qui est extrêmement susceptible d'attirer l'humidité atmosphérique.

F. *Action de l'eau.*

12. Le carbonate de potasse exige à-peu-près quatre fois son poids d'eau à 0, degré pour se dissoudre ; il se produit du froid dans cette dissolution. Quand l'eau est à 75 ou 80 degrés du thermomètre de Réaumur, elle en dissout les cinq sixièmes de son poids ; cependant ce sel ne se cristallise point par le refroidissement, mais seulement par une évaporation lente et douce. Pelletier a observé qu'en dissolvant du carbonate de potasse bien saturé dans l'eau bouillante, il se dégageait des bulles de gaz acide carbonique, ce qui lui a montré que ce sel perdait une portion de son acide par l'effet de cette dissolution à chaud.

G. *Décomposition ; proportions des principes.*

13. L'action des corps combustibles est peu marquée sur le carbonate de potasse. On ne sait pas si le carbone a la propriété d'en favoriser le dégagement de l'acide par la chaleur. En chauffant ce sel avec du soufre, à une haute température, l'acide carbonique s'échappe en gaz et il se forme un sulfure, au moment même de l'effervescence produite par le dégagement de cet acide.

14. Si quelques substances métalliques chauffées avec le carbonate de potasse éprouvent une oxidation, cela est dû à l'eau qui est contenue dans le sel et qui se décompose par l'attraction disposante que la potasse et même l'acide carbonique exercent sur l'oxide du métal. Mais cette action est faible.

15. Tous les acides connus jusqu'ici ont la propriété de décomposer le carbonate de potasse, d'en dégager du gaz acide

carbonique avec efflorescence, et de former avec sa base ou la potasse, les sels qu'ils ont coutume de constituer. Ce sel perd plus du tiers de son poids par cette décomposition et par le dégagement de son acide volatil.

16. La barite, la strontiane et la chaux décomposent le carbonate de potasse, en lui enlevant son acide et en mettant la potasse à nu, parce qu'elles ont plus d'attraction que n'en a cet alcali fixe pour l'acide carbonique. Il se forme dans cette expérience faite par la voie humide, ou en mêlant ces corps en dissolution, des précipités de carbonates indissolubles, et la potasse reste dans l'eau surnageante. On emploie le plus souvent à cette importante opération qui fournit la potasse pure, la chaux comme la moins chère et la plus commune. On mêle le carbonate de potasse avec la moitié de son poids de chaux bien vive sur laquelle on l'étend ; on jette de l'eau pour éteindre la chaux ; on la délaie ensuite, elle absorbe l'acide carbonique, elle passe à l'état de carbonate de chaux qui est indissoluble, et la potasse reste pure et caustique dans la liqueur ; on pratique ce procédé qu'on nomme caustification dans les laboratoires, pour se procurer de la potasse pure. Il ne dépend bien manifestement que de l'attraction plus forte qui existe entre la chaux et l'acide carbonique, qu'entre le même acide et la potasse. On a vu, à l'article de celle-ci, comment on faisait cette opération, et les propriétés que prenait la potasse ainsi purifiée.

17. La silice et l'alumine n'agissent point à froid sur le carbonate de potasse ; quand on les chauffe fortement ensemble, l'acide carbonique se dégage en gaz et avec une vive effervescence, au moment où la potasse se combine avec les terres à l'état de verre. On voit donc que ces terres vitrescibles à une haute température favorisent le dégagement de l'acide carbonique, et que la double attraction de l'alcali pour la terre, et du calorique pour l'acide, opère une décomposition complète du carbonate de potasse, qui n'a point lieu, comme on le sait,

par la seule attraction du calorique. Aussi, dans les verreries où l'on emploie de la potasse en partie à l'état de carbonate, remarque-t-on un bouillonnement considérable dans les pots où se forme le verre ; aussi observe-t-on qu'il faut que cette effervescence soit appaisée pour que la vitrification soit complète. C'est encore en raison de cette propriété que les lithologistes se servent du carbonate de potasse pour reconnaître, à l'aide de l'effervescence et du globule vitreux bien fondu et transparent par le chalumeau, les pierres silicées qui seules présentent ces propriétés.

18. L'action du carbonate de potasse sur les sels est très-différente de celle de la potasse seule. D'abord tous les sels calcaires, strontianiques, ammoniacaux, magnésiens, alumineux, que la potasse seule décompose et dont elle précipite ou sépare les bases pures, donnent par l'addition du carbonate des précipités plus abondans qui sont des carbonates indissolubles. Il y a ici des attractions électives doubles, mais *superflues* pour ces décompositions, puisque la potasse seule les opérerait. Seulement il faut les considérer comme des doubles combinaisons dont le résultat est d'une part des sels à base de potasse, et de l'autre des carbonates insolubles. C'est ainsi qu'on obtient le carbonate ammoniacal, qui se sublime lorqu'on traite dans une cornue le muriate d'ammoniaque et le carbonate de potasse par la voie sèche.

19. Mais les cas où l'attraction élective double, produite par le carbonate de potasse, est nécessaire pour opérer la décomposition de quelques sels, sont beaucoup plus importans encore que les précédens. Les sels à base de barite sont particulièrement dans cette classe ; la potasse seule ne sépare point cette base si fortement adhérente aux acides ; mais l'attraction de l'acide carbonique pour la barite, ajoutée à celle de la potasse pour l'acide qui tient la barite en dissolution, en opère la séparation. Aussi dès que l'on verse une dissolution de carbonate de potasse dans une dissolution de nitrate ou de muriate

de barite, il y a un précipité abondant de carbonate de barite en poudre blanche, et la liqueur surnageante retient le nitrate ou le muriate de potasse. C'est ainsi qu'on prépare le carbonate de barite artificiel. Le même phénomène a lieu par la voie sèche, et on s'en sert spécialement pour décomposer le sulfate de barite, qui n'est pas dissoluble, par le carbonate de potasse sec. Il faut une grande quantité de ce dernier; il faut de plus faire chauffer très-fortement le mélange : encore n'en décompose-t-on par là qu'une portion, et est-on obligé de recommencer l'opération plusieurs fois de suite. Lorsqu'on lessive le produit chauffé jusqu'à la fusion, on obtient du sulfate de potasse en dissolution, et il reste du carbonate de barite en poudre, souvent mêlé de sulfate de barite non décomposé.

20. Suivant Bergman, le carbonate de potasse contient sur cent parties ;

Potasse . . . . . 48.
Acide carbonique 20.
Eau . . . . . 32.

Suivant Pelletier, cent parties de ce sel bien saturé ont les proportions suivantes :

Potasse . . . . . 30.
Acide carbonique 43.
Eau . . . . . 17.

Il paraît que ce dernier chimiste a mieux saturé la potasse d'acide carbonique.

H. *Usages.*

21. Les usages du carbonate de potasse sont très-multipliés en chimie. En médecine, ce sel passe pour fondant, et même lithontriptique, quoique très-improprement et faussement. Lorsqu'on veut l'administrer il faut ne le prescrire que dans l'état de cristaux bien réguliers. Dans les arts on ne l'emploie jamais bien pur; c'est ordinairement un mélange de potasse et de carbonate de potasse dont on se sert dans les verreries, et

dans les teintures. Cette matière saline étant assez rare dans quelques pays, et conséquemment plus ou moins précieuse, on peut la ménager beaucoup plus qu'on ne fait, en la retirant par l'évaporation et l'incinération des lessives quelconques qu'on conserve après son emploi; il y a à cet égard une amélioration remarquable à faire dans les ateliers où on perd cette matière inconsidérément.

ESPÈCE V. — *Carbonate de soude.*

A. *Synonymie; histoire.*

1. Il y a long temps que les naturalistes connaissent et que les hommes emploient le carbonate de soude sans le distinguer exactement de la soude; parce que, sans l'apprécier avec précision, au moins ils avaient distingué l'état très-différent de ce sel, après l'avoir extrait de la soude brute en la lessivant avec l'eau, spécialement par sa forme cristalline, et son efflorescence. Cette distinction portait sur-tout sur la différence observée entre le sel de soude et l'alcali de la potasse, etc. A l'époque où Black a reconnu l'état des alcalis adoucis par l'*air fixe* ou acide carbonique, cette différence a été tout-à-coup appréciée.

2. Depuis cette dernière époque jusqu'à l'établissement de la nomenclature méthodique, les noms de ce corps placé dès-lors dans la classe des sels, sinon neutres, au moins composés, ont été variés comme ceux des autres carbonates. On l'a nommé *alcali marin ou minéral aéré*, *craie de soude*, *méphyte de soude*, *natrum*, *sel de soude*.

B. *Propriétés physiques.*

3. On trouve abondamment le carbonate de soude dans la nature; il s'effleurit à la surface de la terre dans l'Egypte, où il est connu depuis un temps immémorial, sous le nom de

nitrum, *natron*, ou *natrum*; aussi a-t-on proposé de conserver ce dernier nom depuis la connaissance plus exacte de la nature de ce sel qui le porte dès la plus haute antiquité. Il paraît que dans le Delta où il est si abondant, il provient de la décomposition du sel ou muriate de soude à travers les couches de limon végétal et animal, et sans doute à l'aide de la potasse fournie par la décomposition spontanée des plantes.

4. On reconnaît le carbonate de soude en efflorescence dans quelques souterrains, dans les caves sèches; on l'extrait des cendres de quelques plantes marines, et sur-tout de celles qui lui ont donné son nom. On les brûle, on calcine fortement leurs cendres, on les chauffe assez pour commencer leur vitrification; et c'est un mélange de sels divers, de terres, de sable, de charbon non brûlé, et d'oxide de fer en différens états, avec plus ou moins d'alcali de la soude saturée d'acide carbonique, qu'on prépare en grand sous le nom de soude. Cette préparation doit varier suivant les plantes qu'on brûle, la manière dont on les brûle, le terrain où se fait l'incinération; elle contient plus ou moins de carbonate de soude, et comme cette espèce d'alcali exige moins d'acide carbonique pour être saturée et à l'état d'un véritable carbonate que n'en demande la potasse, on retire immédiatement de la soude brute, ce sel pur et cristallisé, par la simple lessive dans l'eau. C'est pour cela même qu'on avait connu effectivement le carbonate de soude long temps avant le carbonate de potasse, et qu'on l'avait nommé sel de soude.

5. On n'a point encore expliqué comment les plantes marines, et sur-tout le *salsola soda* de Linné donnent la soude. D'après l'analyse du citoyen Vauquelin, une partie de sel alcali paraît y être contenue toute formée, mais on peut croire qu'une autre portion est séparée du sel marin qui imprègne les sucs de ces plantes, par la potasse qui s'y développe à l'aide de la combustion. Il faut observer que les algues, les fucus qu'on brûle dans quelques pays, et sur-tout à Cherbourg,

donnent beaucoup moins de soude que les salsolas nommés aussi kalis.

6. Le carbonate de soude existe aussi dissous dans quelques eaux minérales : celles de Vichy et plusieurs sur-tout des environs de Clermont-Ferrand, en contiennent une quantité assez grande non-seulement pour leur donner des propriétés médicamenteuses très-énergiques, mais même pour qu'on puisse l'en séparer avec avantage et répandre dans le commerce cette substance saline utile.

7. On trouve encore le carbonate de soude dans les liqueurs animales, et jusque dans les os, beaucoup plus souvent que le carbonate de potasse, qui ne s'y rencontre que dans quelques cas particuliers ou dans quelques humeurs spéciales.

8. Le carbonate de soude se cristallise en octaèdres irréguliers ou rhomboïdaux, formés par deux pyramides quadrangulaires tronquées très-près de leurs bases; ce qui représente des solides décaèdres, avec deux angles solides aigus et deux obtus. Souvent il ne donne que des lames rhomboïdales appliquées obliquement les unes sur les autres. Sa saveur est urineuse et un peu âcre sans être caustique ; il verdit les couleurs bleues végétales qui en sont susceptibles : ces deux propriétés annoncent que la soude, quoique saturée par la quantité d'acide carbonique à laquelle elle peut s'unir, n'est pas entièrement masquée dans ses caractères alcalins.

C. *Préparation ; purification.*

9. L'état de saturation naturelle de la soude par l'acide carbonique, et celui de carbonate de soude qui existe dans la soude du commerce, permet, comme on le voit, de l'extraire assez pure de cette matière ; il suffit pour cela de lessiver de la soude bien choisie et qu'on a laissée quelque temps s'effleurir à l'air sec afin d'en faire séparer le carbonate des matières qui l'enveloppent, avec le quart ou au plus le tiers d'eau

pure et froide, de filtrer cette liqueur, de l'évaporer jusqu'à ce qu'elle forme une legère pellicule composée de petits cubes qui sont du muriate de soude, de séparer ce sel avec une écumoire ou un tamis de crin qui plonge dans la liqueur et qu'on en retire de temps en temps, de continuer l'action du feu jusqu'à ce qu'il ne se forme plus de sel marin, et de laisser ensuite refroidir la liqueur; le carbonate de soude se cristallise par le refroidissement et donne même ainsi des cristaux très-réguliers.

10. La facilité qu'on trouve à se procurer le carbonate de soude bien pur, n'exige jamais qu'on le prépare artificiellement, et il serait bien superflu de prendre pour cette opération de la soude caustique et de la saturer d'acide carbonique, puisqu'on ne se procure cette soude caustique que du carbonate de cette base, extrait immédiatement de la soude.

D. *Action du calorique.*

11. Le carbonate de soude se comporte autrement que celui de potasse par l'action du feu. Il se fond très-rapidement, à l'aide de son eau de cristallisation très-abondante; il se dessèche ensuite, mais il ne tarde pas à éprouver la véritable fusion ignée, lorsqu'on continue à le chauffer. Quoiqu'on puisse par une forte chaleur lui enlever la plus grande partie de son acide carbonique, il n'en cède les dernières portions qu'avec une très-grande difficulté. En comparant sa fusibilité à celle du carbonate de potasse, on observe qu'elle est un peu plus facile et un peu plus marquée; c'est pour cela qu'on préfère souvent le premier au second dans les verreries.

E. *Action de l'air.*

12. Il y a une différence très-prononcée entre les deux carbonates alcalins par la manière dont ils se comportent à l'air. On a vu que le carbonate de potasse s'y conservait presque

sans aucune altération, et qu'il éprouvait à peine une légère efflorescence, quand il n'était qu'en petits cristaux mal figurés. Le carbonate de soude le mieux cristallisé, et en cristaux les plus gros, perd au contraire très-promptement à l'air l'eau de sa cristallisation; il s'effleurit rapidement et tombe en poussière jusqu'à la dernière molécule cristalline. Ce sel est même un des plus efflorescens que l'on connaisse, et cette propriété dépend de sa grande quantité d'eau de cristallisation dont l'air lui enlève la plus grande partie avec une énergie singulière. On lui rend sa première forme régulière, sa transparence et sa solidité, en lui restituant l'eau que l'atmosphère lui a enlevé.

F. *Action de l'eau.*

13. Le carbonate de soude est plus dissoluble dans l'eau que le carbonate de potasse, puisqu'il n'en exige que deux parties à dix degrés de température, tandis que le dernier en demande quatre. L'eau bouillante en dissout un peu plus que son poids, de sorte qu'il se cristallise par le refroidissement, quoique cependant on obtienne une cristallisation beaucoup plus régulière par l'évaporation lente ou spontanée.

G. *Décomposition; proportions.*

14. Ce sel ressemble beaucoup au carbonate de potasse par les lois et les phénomènes, soit de sa propre décomposition, soit de celle qu'il fait éprouver à d'autres substances salines. Le carbone n'a pas une action connue sur lui; il s'unit au soufre à une haute température, en perdant son acide carbonique qui se dégage avec effervescence vive au moment où le sulfure se forme. Il n'agit point sensiblement sur les substances métalliques, excepté sur celles qui décomposent facilement l'eau.

15. C'est avec le carbonate de chaux le sel de ce genre qui est le plus décomposable par le phosphore. Au moment où ce

corps combustible traverse, en se volatilisant, le carbonate de soude chauffé auparavant, comme on le fait dans le tube que j'ai décrit à l'histoire de l'acide carbonique, toute la masse blanche du sel se trouve noircie ; en cassant le tube refroidi, dans lequel on avait mis d'abord du carbonate de soude en poudre, on trouve une masse noire agglutinée presque d'une seule pièce, et solide comme les charbons tendres et friables, qui, lessivée par l'eau chaude, laisse du carbone d'une grande finesse et presque pur, tandis que le phosphate de soude passe en dissolution dans l'eau. La facilité de cette décomposition a engagé les chimistes modernes à choisir cette matière saline pour montrer l'action du phosphore chaud sur les carbonates.

16. Tous les acides, et même le boracique aidé de la chaleur, décomposent le carbonate de soude, en dégagent l'acide carbonique avec effervescence, en s'emparant de la soude ; le calorique qui se sépare fond l'acide carbonique en gaz, et la décomposition est accompagnée de refroidissement en raison de cette absorption du calorique ; ce qui prouve que cet acide doit sa faiblesse à son extrême dissolubilité dans le calorique, et à la singulière tendance qu'il a pour prendre la forme de gaz.

17. La barite, la strontiane, la chaux et la potasse enlèvent l'acide carbonique à la soude et laissent cet alcali séparé et à nu. Les dissolutions de ces trois bases plus attirées par l'acide carbonique que ne l'est la soude, forment dans la dissolution du carbonate de soude un précipité de carbonate insoluble. On se sert de la chaux pour obtenir la soude pure de ce sel, et on suit absolument le même procédé que pour le carbonate de potasse.

18. La silice et l'alumine, qui n'agissent point à froid et par la voie humide sur le carbonate de soude, se combinent avec sa base qu'elles font passer à l'état vitreux, à l'aide du calorique. Ici comme dans le même traitement du carbonate de

potasse, l'acide carbonique se dégage en gaz et avec une vive effervescence au moment où la terre se fond avec la soude ; et la cause de ce phénomène est dans la double attraction de la silice ou de l'alumine pour la soude, et du calorique pour l'acide carbonique. Ce dernier tend en effet à prendre la forme de gaz à l'aide du calorique, tandis que la soude tend elle-même à rester à l'état solide fixe et vitreux en s'unissant à l'une ou à l'autre des deux terres indiquées.

19. Le carbonate de soude se comporte avec les sels comme le carbonate de potasse. Les sels à base de chaux, d'ammoniaque et de magnésie sont tout-à-coup décomposés et précipités en carbonates terreux, tandis que les sels de soude bien dissolubles restent dans la liqueur surnageante ; mais ce n'est là qu'une attraction élective double *superflue*, puisque la décomposition aurait lieu pour la soude seule qui a plus d'attraction pour ces acides que n'en ont les terres ou les bases indiquées.

20. Un effet de véritable attraction élective double ou *nécessaire* se montre au contraire lorsqu'on traite les sels baritiques par le carbonate de soude ; il y a décomposition complète au moment même où l'on verse la dissolution de carbonate de soude dans les dissolutions de ceux de ces sels qui sont dissolubles, tels que le nitrate et le muriate de barite, ou lorsqu'on chauffe dans des creusets les sels baritiques insolubles, le sulfate, le phosphate, le fluate de barite avec le triple ou le quadruple de leur poids de carbonate de soude. L'explication et les circonstances de ces phénomènes sont les mêmes que celles qui ont été données pour l'espèce précédente. On y ajoutera seulement la remarque essentielle que l'attraction de l'acide carbonique joue un grand rôle dans cette expérience, puisque celle de la soude pour les acides unis à la barite est plus faible que l'attraction de la potasse.

21. D'après l'analyse de Bergman que j'ai trouvée exacte

par mes propres expériences, dont les résultats ne m'ont pas présenté de différences notables d'avec celles du célèbre chimiste suédois, cent parties de carbonate de soude contiennent :

Soude . . . . . 20.
Acide carbonique 16.
Eau . . . . . 64.

On observera que ce carbonate tient plus d'acide carbonique que la potasse, ce qui dépend de sa moindre attraction ; car c'est une règle générale en chimie, et sur-tout pour les sels, que plus les principes réciproques sont faibles, plus ils exigent réciproquement de bases quand on considère les acides, ou d'acide quand on considère les bases, pour se saturer. On vérifiera facilement la vérité de ce principe, en comparant entre elles et les attractions et les proportions des principes qui composent tous les sels examinés jusqu'ici.

H. *Usages.*

22. Le carbonate de soude est un des sels les plus utiles aux chimistes. On peut le prescrire en médecine comme le carbonate de potasse. Dans les arts, c'est aussi une des matières les plus employées. Il sert spécialement dans les verreries où on le préfère, comme meilleur fondant, au carbonate de potasse, et dans les savoneries où on le décompose par la chaux ; il y forme les savons solides ; on le fait entrer dans la teinture, dans les lessives ; il sert à la préparation de beaucoup de composés ou mélanges pharmaceutiques. Les minéralogistes l'emploient comme fondant au chalumeau, et il constitue un des moyens essentiels de leurs essais sur les fossiles.

ESPÈCE VI. — *Carbonate de magnésie.*

A. *Synonymie ; histoire.*

1. Le carbonate de magnésie nommé successivement, *magnésie douce*, *magnésie effervescente*, *magnésie aérée*, *méphyte de magnésie*, *craie de magnésie*, n'a été connu que du moment où Black a distingué les matières alcalines unies à l'*air fixe* de celles qui en sont privées. C'est même une des premières substances dans lesquelles le célèbre savant qui l'a prise pour l'objet de ses recherches, a reconnu la présence de cet acide. Bergman l'a ensuite examiné avec soin, et j'ai ajouté en dernier lieu plusieurs notions sur les propriétés de ce sel terreux qui avaient échappé aux chimistes mes prédécesseurs dans cette carrière. Il n'y a pas de matière saline plus exactement déterminée et étudiée dans ses caractères que celle-ci.

B. *Propriétés physiques ; histoire naturelle.*

2. Le carbonate de magnésie est souvent sous la forme de poudre blanche, legère, fade et sans saveur ; quelquefois agglutinée en espèces de pains assez semblables à de l'amidon. Cependant ce sel peut prendre une forme cristalline régulière. Je l'ai le premier obtenu et décrit en petits prismes à huit pans rhomboïdaux réguliers, tronqués obliquement à ses extrémités, ou plutôt sans pyramides ; le plan coupe obliquement l'axe des prismes. Sous cette forme il est bien saturé d'acide carbonique, tandis qu'en poussière, il n'en contient pas la quantité nécessaire pour qu'il ne puisse plus en absorber davantage ; conséquemment il ne possède pas sous cette dernière forme les propriétés complètes du sel. Le carbonate de magnésie cristallisé est d'une consistance assez grande.

3. Il n'a point encore été trouvé dans la nature, et on ne l'a jamais rencontré jusqu'ici dans les fossiles, quoiqu'il soit vraisem-

blable qu'il y existe et qu'il y forme quelque matière cristalline, transparente, peut-être confondue jusqu'à présent avec quelque variété de ce qu'on nomme du spath calcaire. Ce soupçon est sur-tout fondé sur ce que plusieurs des variétés du carbonate de chaux sous forme de craie, de dépôts, d'incrustations, de marbre, etc., sont quelquefois mêlées d'une certaine quantité de carbonate de magnésie pulvérulent que l'analyse chimique y démontre.

C. *Préparation.*

4. Au défaut de carbonate de magnésie natif qu'on ne connaît pas encore, on prépare artificiellement ce sel, en unissant une dissolution de sulfate de magnésie avec une dissolution de carbonate de potasse qui ne fournit pas sur-le-champ de précipité, mais qui donne, au bout de quelques heures, et à mesure que la liqueur perd l'acide carbonique qui le tenait en dissolution, des cristaux brillans et très-réguliers, ou des prismes à six pans égaux de carbonate de magnésie.

5. On l'obtient également en dissolvant de la magnésie pure dans de l'eau chargée d'acide carbonique, et en exposant cette dissolution à l'air; le sel, à mesure que l'acide s'évapore, se dépose en prismes transparens, comme dans le cas précédent : ces cristaux ont plusieurs millimètres de longueur et sont très-faciles à déterminer à la vue simple.

6. Ce n'est pas du carbonate de magnésie saturé, mais seulement de la magnésie en partie unie à de l'acide carbonique que l'on précipite dans les circonstances les plus ordinaires des laboratoires, et sur-tout pour l'usage pharmaceutique. Voici le procédé qui réussit le mieux pour obtenir le carbonate de magnésie non saturé et pulvérulent. On dissout une partie de potasse du commerce dans deux parties d'eau, on l'expose quelques mois à l'air pour la laisser se saturer d'acide carbonique, et s'épurer par le dépôt de la silice qu'elle contient; on dissout d'un autre côté un poids égal de sulfate de magnésie dans

quatre à cinq fois son poids d'eau ; on ajoute quinze parties d'eau à cette première dissolution filtrée; on fait chauffer cette liqueur, et lorsqu'elle est bouillante, on y verse la potasse; le précipité de carbonate de magnésie se dépose, l'acide carbonique, qui l'aurait dissous à froid, se dégage en effervescence à raison du calorique libre dont il s'empare ; on agite beaucoup le mélange, on filtre, on lave le précipité avec de l'eau bouillante pour le bien dessaler; on laisse égouter le carbonate terreux, on l'étend en couches minces, sur des papiers qu'on porte à l'étuve ; une fois sèche, cette matière est en morceaux blancs, friables, ou en une poudre fine et adhérente à la peau. Telle est la préparation de la magnésie médicinale ou du carbonate de magnésie non-saturé d'acide.

D. *Action du calorique.*

7. Le carbonate de magnésie cristallisé, exposé au feu dans un creuset, décrépite légèrement, perd l'eau et l'acide qu'il contient, et se divise en poussière. Ce sel perd ainsi 0,75 de son poids : celui qui n'en est pas saturé et qu'on nomme magnésie commune, n'éprouve pas la même perte. Quand on le calcine en grand il s'agite et semble bouillonner, par le dégagement du gaz acide carbonique. Une petite portion de ce sel est emportée en une espèce de brouillard qui dépose une poudre blanche sur les corps froids. Dans un lieu obscur et à la fin de l'opération, la magnésie brille d'une lueur bleuâtre et phosphorique. Le carbonate de magnésie perd dans cette calcination environ la moitié de son poids. La magnésie reste pure après l'action du feu.

E. *Action de l'air.*

8. Ce sel cristallisé en prismes réguliers et transparens perd très-promptement sa transparence par son exposition à l'air. Il se recouvre d'une poussière blanche qui adhère au sel et

qui défend ses couches intérieures. Il perd ainsi environ un huitième de son poids. Le carbonate de magnésie non saturé et pulvérulent n'éprouve aucune altération de la part de l'air.

F. *Action de l'eau.*

9. Le carbonate de magnésie cristallisé se dissout dans quarante-huit fois son poids d'eau à dix degrés. Celui qui est pulvérulent et non saturé exige plus de dix fois cette proportion d'eau à cette température pour se dissoudre, et fait d'abord une pâte avec une petite quantité de ce liquide. Lorsqu'on évapore la dissolution du sel cristallisé à un feu lent et doux, on obtient de petites aiguilles ; si on la laisse s'évaporer spontanément à l'air, on a les prismes hexaèdres indiqués.

G. *Décomposition ; proportions.*

10. Le carbonate de magnésie n'est point sensiblement altéré par les corps combustibles. Le charbon ne favorise point le dégagement de son acide qui s'opère facilement par la seule action du feu. Le phosphore n'en décompose que très-difficilement l'acide ; le soufre ne s'y unit pas et ne forme pas de sulfure avec sa base.

11. Tous les acides le décomposent avec facilité et en dégagent l'acide carbonique avec une prompte et vive effervescence. Butini croit avoir observé que chaque acide dégage des quantités différentes de gaz ; mais cela dépend de ce que les acides plus ou moins étendus d'eau ont retenu, dans ses expériences, des proportions diverses d'acide carbonique en dissolution dans la liqueur : il se forme des sels magnésiens dans ces décompositions.

12. L'acide carbonique passe pour avoir la propriété de rendre le carbonate de magnésie dissoluble, d'après les expériences de Bergman et de Butini. Mais comme ils ne connaissaient pas ce sel saturé et cristallisé, il paraît que, d'après les proportions de

dissolution qu'ils donnent, leur eau chargée d'acide carbonique n'a pas dissous autant de magnésie qu'elle ne dissout sans acide de carbonate de magnésie bien saturé. Butini a fait sur cette dissolution chargée depuis un soixante-huitième jusqu'à un deux cent quatre-vingt-huitième de son poids de carbonate de magnésie, une observation intéressante, sur-tout sur le dernier état de cette dissolution. En la chauffant, ce sel se sépare et se précipite, mais en refroidissant il se redissout. C'est dans cet état que les deux chimistes cités, Bergman et Butini, ont vu les premiers rudimens de carbonate de magnésie cristallisé par une évaporation lente et bien ménagée.

13. La barite, la strontiane, la chaux, la potasse et la soude décomposent le carbonate de magnésie, et lui enlèvent l'acide carbonique avec lequel elles ont plus d'attraction. Si on ajoute les dissolutions de ces bases dans celle de la magnésie par l'acide carbonique, celle-ci se sépare pure. L'ammoniaque ne produit pas le même effet; lorsqu'on l'ajoute à une dissolution de carbonate de magnésie, elle en sépare le sel effervescent. On verra en effet que la magnésie décompose le carbonate d'ammoniaque, rend celle-ci caustique et se dépose en carbonate de magnésie au fond de la liqueur dans laquelle on laisse ce mélange. C'est pour cela que je place le carbonate de magnésie avant celui d'ammoniaque.

14. Le carbonate de magnésie décompose par les attractions doubles nécessaires les sels baritiques, strontianiques et calcaires dissous dans l'eau; la magnésie s'empare de leurs acides et les bases se déposent unies à son acide carbonique, comme le prouvent et leur augmentation de poids, et leur indissolubilité dans l'eau, et leur propriété de faire effervescence avec les acides.

15. D'après l'analyse de Bergman, le carbonate de magnésie le plus saturé contient :

Magnésie . . . . 45.
Acide carbonique 30.
Eau . . . . . 25.

Butini annonce cependant que ce sel préparé pour l'usage pharmaceutique et conséquemment devant contenir moins d'acide, est composé dans les proportions suivantes :

Magnésie . . . . 43.
Acide carbonique 36.
Eau . . . . . 21.

J'ai trouvé que le carbonate de magnésie bien cristallisé, obtenu par le procédé que j'ai indiqué n°. 4 de cet article, bien plus dissoluble que celui de Bergman et de Butini, et susceptible de s'effleurir à l'air, contenait sur cent parties :

Magnésie . . . . 25.
Acide carbonique 50.
Eau . . . . . 25.

Celui non saturé, préparé pour l'usage pharmaceutique, m'a offert les proportions suivantes :

Magnésie . . . . 40.
Acide carbonique 48.
Eau . . . . . 12. (Voy. Annal. de chim., tom. II, p. 278 - 299.)

16. Le carbonate de magnésie n'est préparé dans les laboratoires de chimie que pour en démontrer les propriétés et les attractions. Il n'est pas encore employé dans les arts. En médecine, celui qui n'est pas complétement saturé se donne comme légèrement laxatif ou purgatif. Ce n'est pas cette préparation qu'il faut employer dans le cas où l'on veut absorber les aigres des premières voies. Macquer a fait remarquer avec raison que l'acide carbonique gazeux qui s'en dégage dans l'estomach par l'action de l'acide plus puissant qui y est alors contenu, distend ce viscère, le gonfle et peut causer beaucoup de maux. Telle est sans doute la source des douleurs vives qu'éprouvent quelquefois ceux qui ont pris imprudemment ce genre de médicament, ayant un acide développé dans leur estomach. Alors c'est la magnésie calcinée et privée d'acide carbonique qu'il faut administrer. On évite par là tous les maux, les douleurs,

les nausées, l'oppression qu'elle peut faire naître. On doit aussi la prescrire en ce dernier état, dans le cas d'empoisonnement par les acides minéraux et par plusieurs autres matières vénéneuses, cas sans lequel l'expérience a prouvé qu'elle produisait de très-bons effets. On peut aussi l'employer quelquefois dissoute dans l'eau à l'aide de l'acide carbonique, mais pour remplir d'autres indications que les dernières.

ESPÈCE VII. — *Carbonate d'ammoniaque.*

A. *Synonymie ; histoire.*

1. Il y a long temps qu'on possède et qu'on prépare en chimie ce sel sous les noms de *sel volatil d'Angleterre*, parce que c'est dans ce pays qu'on l'a préparé pour la première fois, et d'*alcali volatil concret*, parce qu'avec une odeur faible quoique très sensible d'ammoniaque, on avait cru devoir le distinguer à cause de sa solidité et de sa forme de l'alcali volatil fluor ou caustique qu'on ne pouvait obtenir que liquide. Mais malgré cette distinction de nom, on n'avait nulle idée de sa nature différente et de sa composition, avant la découverte de Black. La présence de l'*air fixe* ou acide carbonique une fois reconnue dans ce sel et confirmée par les recherches de Bergman, de Chaulnes, de Lavoisier, etc., non-seulement il n'y eut plus rien d'obscur sur la formation du prétendu alcali volatil fluor qu'on regardait comme le premier altéré ou changé par la chaux, mais une nouvelle lumière fut tout-à-coup répandue sur une foule de propriétés chimiques relatives aux substances salines, et toutes les erreurs antérieurement commises sur leurs attractions et leurs décompositions réciproques furent dissipées.

On peut dire que les découvertes sur la nature de ce sel et sur ses effets dans les phénomènes chimiques ont mis une ligne

de démarcation bien prononcée entre tout ce qui avait été fait auparavant, et tout ce qui a été fait depuis ; de sorte que la plupart des anciennes assertions chimiques sur l'alcali volatil dans ses deux états sont autant d'erreurs réelles que les découvertes modernes ont appris à corriger.

2. Quand on eut bien confirmé la composition du prétendu alcali volatil concret, quand les expériences unanimes de tous les chimistes modernes eurent prononcé qu'il était composé d'un acide uni à l'alcali volatil caustique, on lui donna alors différens noms pour le distinguer de l'alcali volatil fluor. Bergman le nomma *alcali volatil aéré;* on l'appelait *méphyte volatil*, *sel ammoniacal crayeux*, *craie ammoniacale*, suivant que l'acide qui lui était uni était désigné par les noms d'*aérien*, de *méphytique* et de *crayeux*. L'expression de carbonate d'ammoniaque a succédé à ces premiers noms inexacts ou incorrects, à l'époque où la nomenclature méthodique et systématique a été établie.

B. *Propriétés physiques; histoire naturelle.*

3. Le carbonate d'ammoniaque bien pur est sous forme cristalline rarement très-régulière. Le plus souvent ses cristaux sont si petits qu'il est difficile d'en déterminer exactement la figure. Bergman les décrit et les représente comme un octaèdre aigu dont les quatre angles sont tronqués. Romé-de-Lille les a vus en prismes tétraèdres comprimés, terminés par un sommet dièdre. Fréquemment ils offrent de petits faisceaux d'aiguilles ou de prismes très-fins, arrangés entre eux de manière à représenter des herborisations, des feuilles de fougères ou des barbes de plumes. Ceux-ci sont le produit le plus ordinaire de la sublimation ; les octaèdres tronqués ont été obtenus par Bergman, en saturant de l'eau tiède de ce sel, en fermant exactement la bouteille qui contenait cette dissolution et en l'exposant à un grand froid. Il est vrai qu'il ne s'exprime pas très-positivement sur leur forme, et qu'il dit n'avoir eu que des cris-

taux peu réguliers, qui lui ont paru être des octaèdres tronqués sur quatre de leurs angles.

4. La saveur de ce sel est un peu âcre, ammoniacale et fétide ; il répand faiblement, mais très-sensiblement l'odeur d'ammoniaque ; il verdit la couleur des violettes, et brunit la teinte jaune du cucurma.

5. On ne le trouve point tout formé ou pur dans la nature. Il n'existe pas parmi les fossiles ; on ne l'a point rencontré encore en dissolution dans les eaux ; il paraît être contenu dans les matières animales, et sur-tout dans les urines pourries.

C. *Extraction ; préparation.*

6. On le prépare de toutes pièces ou on le fabrique artificiellement en chimie par un grand nombre de procédés divers. Autrefois on le retirait uniquement des matières animales sèches distillées à grand feu dans des cornues. Ce produit qu'on nommait alors *sel volatil* de corne de cerf, de vipère, etc., était formé tout entier par la décomposition complète de la matière animale ; l'ammoniaque d'un côté résultait de l'union de l'azote avec l'hidrogène, et l'acide carbonique de celle du carbone avec l'oxigène. Il était toujours sali par de l'huile animale qui se volatilisait en même temps que le sel. On tire souvent parti de ce procédé dans les manufactures, en distillant des chiffons, des os, du charbon de terre, pour obtenir la partie d'ammoniaque nécessaire à sa combinaison avec l'acide muriatique.

7. Le mêlange du gaz acide carbonique et du gaz ammoniac au-dessus du mercure donne aussi du carbonate d'ammoniaque qui, comme on l'a vu ailleurs, prend d'abord la forme de fumée blanche, et se concrète ensuite en petits faisceaux cristallisés ; mais ce mélange se fait en trop petite quantité pour pouvoir servir à cette fabrication. On y réussit mieux en plongeant de grands ballons ou des jarres de verre, imprégnés ou mouillés d'ammo-

niaque liquide sur leurs parois dans l'atmosphère de gaz acide carbonique qui couvre la bierre en fermentation ; au bout de quelques heures d'une pareille exposition les parois de ces vaisseaux se trouvent recouvertes de cristaux de carbonate d'ammoniaque bien saturé ; et en multipliant suffisamment cet appareil on peut en préparer de grandes quantités à-la-fois.

8. Mais la manière la plus prompte et la plus commode d'obtenir abondamment le carbonate d'ammoniaque solide, celle qu'on pratique le plus communément dans les laboratoires de chimie, consiste ensuite à décomposer du muriate ammoniacal avec du carbonate de chaux. Pour cela on mêle bien dans un mortier de verre ou de marbre, une partie du premier sel avec deux parties du second mis en poudre et pris dans une grande pureté et bien secs. On introduit ce mélange dans une cornue de grès à laquelle on adapte pour récipient un large fuseau ou une cucurbite de verre, qu'on refroidit en appliquant à sa surface extérieure des linges trempés d'eau froide, et renouvelée souvent. On chauffe la cornue par degrés, jusqu'à la faire fortement rougir. Il y a dans cette opération une attraction double superflue. La chaux qui seule décomposerait le muriate d'ammoniaque, s'empare de l'acide muriatique, et l'ammoniaque qui en est séparée se portant sur l'acide carbonique dégagé en même temps de la chaux, forme le carbonate ammoniacal qui se sublime et s'attache en cristaux aux parois du récipient. Il est essentiel de prendre des matières bien sèches ; car sans cette précaution on n'obtiendrait point, ou au moins on n'obtiendrait que très-peu de carbonate d'ammoniaque sec, et il passerait en dissolution épaisse, de laquelle une partie se précipiterait par le refroidissement. Après cette opération, il reste dans la cornue du muriate avec excès de chaux ; c'est le *phosphore* de Homberg dont on a parlé dans l'histoire de ce dernier sel.

9. Le procédé qu'on vient de décrire a été pratiqué en grand peu de temps après le commencement du dernier siècle, en

Angleterre; il a fait nommer long temps le carbonate d'ammoniaque solide qu'il fournit, *sel volatil d'Angleterre.*

Les chimistes de l'académie des sciences de Paris soupçonnèrent et découvrirent bientôt le moyen d'obtenir ce sel, et on le prépara promptement dans les pharmacies françaises.

Il n'est pas besoin de répéter ici qu'on peut préparer également le carbonate d'ammoniaque, en décomposant le muriate ammoniacal par les carbonates de potasse et de soude, qu'il ne faut même qu'une partie et demie au plus de ces deux derniers, au lieu de deux de carbonate de chaux à cause de la proportion plus grande d'acide carbonique qu'ils contiennent et la moindre quantité de leurs bases nécessaires pour saturer l'acide muriatique, et qu'on ne donne la préférence au carbonate de chaux que parce qu'il est beaucoup plus commun et moins cher que les précédens. Si le carbonate d'ammoniaque, produit de la première opération, n'est pas bien blanc et bien pur, on le rectifie par la sublimation; mais cela n'est jamais nécessaire, lorsqu'on a choisi les deux sels dans un grand état de pureté.

D. *Action du calorique.*

10. Le carbonate d'ammoniaque dont les propriétés alcalines ne sont pas entièrement masquées, comme on l'a dit plus haut des autres carbonates, est extrêmement volatil. On le sublime à une chaleur peu supérieure à celle de l'eau bouillante. Jeté sur une brique ou un fer chaud, on le voit se fondre, bouillir et se réduire en vapeur très-légère et peu sensible; il faut lorsqu'on veut le sublimer ainsi et le purifier par ce procédé, employer une chaleur très-douce. Il se cristallise toujours mal et confusément par cette opération qui, d'ailleurs, n'en sépare pas les principes et ne le décompose pas.

E. *Action de l'air.*

11. Ce sel, bien pur et bien saturé, n'est pas sensiblement

altérable à l'air ; il ne perd, ni n'absorbe de l'eau à son contact. Lorsqu'on le voit devenir humide et se ramollir dans l'atmosphère ; c'est toujours par ce qu'il contient un excès d'ammoniaque, ce qu'on reconnaît à la vivacité de son odeur. On ne peut douter non plus que le carbonate d'ammoniaque ne soit dissoluble dans l'air, lorsque, laissé dans un vase découvert, il perd peu-à-peu de son poids, et répand, à une certaine distance, l'odeur très-sensible qui le caractérise, et qui ne peut appartenir qu'à sa dissolution aérienne.

F. *Action de l'eau.*

12. Le carbonate d'ammoniaque est très dissoluble dans l'eau, et produit un froid assez fort pendant sa dissolution. Deux parties d'eau à dix degrés en dissolvent un peu plus d'une de sel ; l'eau à quarante degrés en dissout plus que son poids ; lorsqu'on a fait refroidir rapidement et fortement cette dissolution, le sel se cristallise et présente l'apparence de la forme régulière décrite par Bergman. On ne doit pas employer l'eau bouillante dans cette opération, parce que le carbonate d'ammoniaque s'échappe avec sa vapeur.

G. *Décomposition ; proportions des principes.*

13. Aucun corps combustible n'a d'action sur le carbonate d'ammoniaque, la chaleur nécessaire pour favoriser cette action volatilisant le sel avant qu'elle puisse avoir lieu ; aussi n'en dégage-t-on pas l'acide carbonique par le charbon, et ne le décompose-t-on pas par le phosphore.

14. Il paraît que quelques oxides métalliques peuvent lui enlever son acide carbonique. Tous les acides, même le boracique, aidés de la chaleur, en dégagent l'acide avec une effervescence plus marquée que celle des carbonates de potasse et de soude, parce qu'il contient plus d'acide que les deux derniers, comme on va le dire dans un instant. La théorie

de cette décomposition est fort simple, et la même que celle des carbonates précédemment examinés. La seule différence consiste dans l'effervescence qui est ici, en bulles beaucoup plus grosses et plus abondantes qu'avec les deux sels précédens, à cause de l'abondance de l'acide carbonique.

15. La barite, la strontiane, la chaux, la potasse et la soude décomposent le carbonate d'ammoniaque d'une manière inverse à celle des acides, puisque ces bases s'emparent de son acide et dégagent l'ammoniaque. Par la voie sèche, toutes présentent le même phénomène, dégagement de gaz ammoniac et formation de carbonates; la magnésie même produit un effet égal à l'aide d'un peu de temps, suivant l'observation de Bergman, d'après laquelle j'ai rangé le carbonate de magnésie avant celui d'ammoniaque. La potasse et la soude décomposent le carbonate d'ammoniaque sans précipitation apparente; la première se cristallise seulement en carbonate de potasse dans des liqueurs saturées; la barite, la strontiane et la chaux forment des précipités abondans de carbonate terreux. Les autres bases, la silice, l'alumine et la zircone, n'ont aucune action sur ce sel. Sa dissolution dissout très-bien et abondamment la glucine, et on se sert avec succès du carbonate d'ammoniaque pour séparer cette terre d'avec l'alumine dans l'analyse des pierres qui les contiennent toutes les deux, comme l'a fait le citoyen Vauquelin en analysant le béril et l'émeraude. La dissolution de glucine dans le carbonate d'ammoniaque liquide laisse précipiter cette terre par la chaleur, à mesure que le carbonate d'ammoniaque se volatilise.

16. Le carbonate d'ammoniaque décompose les sels alumineux et zirconiens par attraction double superflue, puisque l'ammoniaque seule en opère la même décomposition. Il n'agit qu'à moitié sur les sels magnésiens avec lesquels on sait déja que l'ammoniaque forme des sels triples: quelquefois même, il ne précipite pas leur dissolution à cause de

la grande quantité d'acide carbonique qu'il contient et qui dissout le carbonate de barite formé ; mais il décompose par attraction double nécessaire les sels baritiques, strontianiques et calcaires, puisque l'ammoniaque n'altère en aucune manière ces sels, et que ce n'est qu'aidée par l'attraction de l'acide carbonique pour les bases terreuses qu'elle en opère ici la décomposition. Aussi se précipite-t-il, dans ces opérations, des carbonates de barite, de strontiane ou de chaux. Autrefois on croyait que l'alcali volatil avait plus d'affinité avec les acides que la terre calcaire, parce qu'on regardait comme véritable alcali volatil le carbonate de chaux, tandis qu'on voyait en même-temps les sels ammoniacaux décomposés par la chaux ; c'est ce qui avait fait imaginer les *affinités réciproques*. On sait aujourd'hui à quelle erreur l'ignorance de l'acide carbonique avait pendant long temps dévoué les chimistes, et combien d'embarras elle jetait dans leurs explications.

17. Suivant Bergman, 100 parties de carbonate d'ammoniaque bien cristallisé contiennent :

Acide carbonique 45.
Ammoniaque . . 43.
Eau . . . . . 12.

H. *Usages.*

18. Le carbonate d'ammoniaque est souvent utile en chimie pour des décompositions salines. Dans les manufactures, on le prépare en grand par la distillation des matières animales pour fabriquer le muriate d'ammoniaque, soit en précipitant avec ce produit le muriate calcaire des eaux mères de salines ; soit en le combinant directement avec l'acide muriatique dégagé de muriate de soude par l'acide sulfurique.

En médecine, le carbonate d'ammoniaque est fréquemment administré comme un remède énergique et puissant. On l'emploie comme stimulant et fortifiant, en le faisant respirer aux personnes qui tombent en faiblesse. En Angleterre, on

le mêle avec les huiles volatiles pour le parfumer, et on en saupoudre les parois de petits flacons de verres colorés qu'on bouche bien. On l'a regardé comme spécifique du venin de la vipère, en le prenant intérieurement; mais la plupart des cas où on l'a administré et où son action a passé pour spécifique, paraissent avoir été de nature à se guérir spontanément, suivant le résultat des recherches de M. Fontana. On a encore compté le carbonate d'ammoniaque au nombre des antivénériens et des anticancéreux; l'une et l'autre de ces propriétés sont au moins très-problématiques. En général ce sel est rangé parmi les incisifs, les diurétiques, les diaphorétiques, les irritans, les fondans.

ESPÈCE VIII. — *Carbonate ammoniaco-magnésien.*

1. Je distingue comme espèce le carbonate ammoniaco-magnésien, par une analogie qui ne s'est point encore démentie dans tous les genres de sels que j'ai décrits jusqu'ici, et parce qu'il y a plusieurs circonstances où ce sel se forme manifestement. S'il n'est pas encore permis, dans l'état actuel de la science, de décrire avec autant d'exactitude le carbonate ammoniaco-magnésien que toutes les espèces précédentes de carbonates, il est aumoins indispensable d'indiquer les circonstances où ce sel se forme, et de prouver la réalité de son existence, afin de rendre la série systématique des matières salines plus complète, et d'inviter les chimistes à examiner avec soin les propriétés de cette nouvelle espèce, dont aucun auteur n'a encore parlé.

2. Quand on décompose le carbonate d'ammoniaque à l'aide de la magnésie, par la voie humide, en laissant ces deux matières en contact dans une bouteille fermée, on n'opère point une décomposition complète, et il se forme du car-

bonate triple ammoniaco-magnésien; la même combinaison a lieu lorsqu'on précipite une dissolution de carbonate de magnésie dans l'eau acidule à l'aide de l'ammoniaque pure, ainsi que quand on précipite une dissolution de sulfate, de nitrate ou de muriate ammoniaco-magnésien par le carbonate de potasse ou le carbonate de soude. Voilà donc quatre opérations chimiques dont un des produits constans est l'espèce de sel triple dont je parle ici.

3. Quoique les propriétés de ce carbonate à double base ou de cette réunion de deux carbonates ne soient point encore connues, j'ai déja vu que ce sel est autrement cristallisable, que chacun de ceux qui le forment ne l'est séparément, qu'il suit une loi particulière de dissolubilité et de décomposition, qu'il est entièrement décomposé par le feu, par les acides et par la barite, la strontiane, la chaux et les alcalis fixes.

ESPÈCE IX. — *Carbonate de glucine.*

A. *Histoire.*

1. Le carbonate de glucine est une des espèces de ce genre qui sont le moins connues, parce que ce sel, découvert depuis très-peu de temps par le citoyen Vauquelin, n'a encore été examiné que par lui et sur des quantités très-peu considérables. C'est cependant un des sels de cette nouvelle base qu'il a étudiés, et dont il a le mieux déterminé les propriétés, parce qu'elles se sont présentées le plus aisément à ses recherches.

B. *Propriétés physiques.*

2. Ce sel est en poudre blanche, matte, pelotonée, jamais sèche, mais grasse et douce sous le doigt. Il n'a point de saveur et n'est pas sucrée comme les autres sels de glucine. Il est fort léger; on ne l'a point trouvé dans la nature.

C. *Préparation.*

3. On prépare artificiellement le carbonate de glucine, soit en exposant cette terre à l'air dont elle attire l'acide carbonique, soit en précipitant des sels de glucine solubles par des carbonates alcalins. On lave exactement le précipité qui se forme, pour lui enlever tout le sel qu'il peut contenir, et on le fait ensuite bien sècher à l'air.

D. *Action du calorique.*

4. Ce sel perd facilement son eau et son acide carbonique par l'action du feu, et il se réduit promptement par cet agent à l'état de sa base ou de glucine pure et caustique, c'est-à-dire privée d'acide.

E. *Action de l'air.*

5. Il est complétement inaltérable à l'air.

F. *Action de l'eau.*

6. Il est indissoluble dans l'eau; il diffère même, à cet égard, du plus grand nombre des autres carbonates qui deviennent dissolubles à la faveur de leur acide. Le citoyen Vauquelin n'est pas parvenu à le dissoudre dans de l'eau chargée d'acide carbonique.

G. *Décomposition; proportions de ses principes.*

7. Le carbonate de glucine est décomposable par tous les acides des sels précédens, qui en chassent rapidement l'acide carbonique avec une forte et vive effervescence, et qui s'emparent de sa base.

8. Il est décomposé d'une manière inverse par les alcalis et les terres alcalines qui lui enlèvent son acide. L'ammoniaque, en le décomposant d'abord, dissout promptement sa

base, la glucine, parce qu'on a vu que le carbonate ammoniacal qui se forme dans ce cas a la propriété de dissoudre abondamment et facilement cette terre.

9. On n'a point encore apprécié son action sur aucun des sels déja décrits; il doit être susceptible de décomposer ses sels calcaires, magnésiens et ammoniacaux, en raison de la double attraction que porte son acide carbonique.

De ses premières expériences sur ce sel, le citoyen Vauquelin a conclu qu'il contenait environ le quart de son poids d'acide.

H. *Usages.*

10. Quoique le peu de carbonate de glucine qu'on a pu se procurer jusqu'ici n'ait pas permis de chercher encore à le rendre utile, on conçoit qu'il pourra servir en chimie, après avoir été précipité d'un sel soluble de glucine par les carbonates alcalins, pour se procurer cette terre pure, puisqu'il perd facilement son acide par la calcination.

ESPÈCE X. — *Carbonate d'alumine.*

1. Voilà encore une espèce de carbonate peu examinée jusqu'ici. Si l'on en excepte quelques mots que Bergman en a dits dans plusieurs endroits de ses opuscules, et ce que j'ai commencé à en exposer dans mes élémens, les chimistes n'ont point jusqu'ici traité de ce sel.

2. Quand on précipite les sels alumineux, notamment le sulfate acidule triple d'alumine, par des carbonates alcalins, on remarque que la précipitation s'opère sans effervescence, ou avec une effervescence légère qui prouve que l'acide carbonique ne se dégage pas; et comme il ne peut pas demeurer uni à l'alcali quelconque qui se porte sur l'acide sulfurique, il est très-évident qu'il se fixe dans l'alumine précipitée; aussi la liqueur, après cette précipitation, contient-elle une

portion de véritable carbonate d'alumine qui se dépose en quelques heures ou en quelques jours par l'évaporation de l'acide carbonique qui le tenait en dissolution.

3. L'argile ou le mélange naturel d'alumine et de silice, etc. contient d'ailleurs une certaine portion d'acide carbonique, qui s'en dégage par une forte cuisson au feu. Celle de Cologne, dit Bergman, fournit aussi plusieurs fois son volume de cet acide, mélé à une petite portion de gaz hidrogène. Ainsi l'alumine naturelle des terres paraît être saturée d'acide carbonique, et c'est pour cela que quand on traite les terres grasses argileuses, par les acides, pour en faire l'analyse, on trouve qu'elles sont effervescentes, même sans contenir de carbonate de chaux, ou dans leur partie alumineuse.

4. On n'a point examiné d'avantage les propriétés de cette combinaison, qui paraît au reste n'affecter ni forme cristalline, ni caractères bien distinctifs de ceux de l'alumine pure, et qu'on emploie, comme on la confond tous les jours, pour celle-ci; mais elle peut jouer, comme acidifère, un grand rôle dans la végétation.

ESPÈCE XI. — *Carbonate de zircone.*

1. M. Klaproth, qui a découvert la zircone comme terre particulière, n'a rien dit de son union avec l'acide carbonique. Le citoyen Guyton, dans son analyse des hyacinthes d'Expailly, a cru que cette terre refusait de se dissoudre dans l'acide carbonique. Le citoyen Vauquelin, au contraire, a insisté, dans son analyse comparée des hyacinthes de France ou d'Expailly avec celles de Ceylan, sur la combinaison de la zircone avec l'acide carbonique.

2. Il est facile d'acorder les deux chimistes sur cet article. Le citoyen Guyton s'est servi d'une dissolution très-acide de zircone pour la précipiter par les carbonates alcalins, et le citoyen Vauquelin a fait la même opération sur du

muriate de zircone évaporé, puis redissous dans l'eau. L'un et l'autre ont constaté d'ailleurs, ce qui rapproche singulièrement leurs résultats à cet égard, que la zircone, précipitée d'abord par les carbonates, se redissolvait dans un excès de ces sels; et ce fait prouve l'attraction de la zircone pour l'acide carbonique.

3. Quand on décompose une dissolution de muriate de zircone par une dissolution d'un carbonate alcalin quelconque, la terre se précipite sans qu'il y ait d'effervescence; ce qui prouve que l'acide carbonique s'unit à la zircone à mesure que l'alcali se combine avec l'acide muriatique.

4. Si l'on recueille le précipité de zircone obtenu, et qu'on le chauffe dans des vaisseaux fermés, il donne du gaz acide carbonique.

5. Il en fournit également lorsqu'on le traite par les acides, et sur-tout par le muriatique et le nitrique qui dissolvent cette terre. Il n'y a donc pas de doute sur l'union de la zircone avec l'acide carbonique, et sur l'existence du carbonate de zircone.

6. D'après l'analyse du citoyen Vauquelin, 100 parties de ce sel, qui perd aisément son acide et son eau par l'action du calorique, contiennent 55,5 de zircone et 44,5 d'eau et d'acide dont il n'a point déterminé la proportion.

7. Un des caractères les plus remarquables du carbonate de zircone, d'après le même chimiste, c'est de se combiner très-facilement et de devenir très-soluble avec les carbonates alcalins. Il forme alors des sels triples dont il paraît y avoir au moins trois espèces; savoir, un carbonate de potasse et de zircone, un carbonate de soude et de zircone et un carbonate d'ammoniaque et de zircone.

8. De ces trois sels je ne traiterai comme espèce que le dernier, soit parce que c'est le seul dont le citoyen Vauquelin a reconnu quelques propriétés, tandis qu'il n'a fait qu'énoncer l'existence des deux premiers, soit parce qu'il

serait superflu de multiplier les espèces de sels, soit parce qu'il n'y a pas de nécessité absolue de distinguer toutes celles qui ne sont encore qu'entrevues, et qui surchargeraient la science sans augmenter sa véritable richesse, lorsqu'elles ne sont point encore assez connues dans leurs propriétés caractéristiques.

ESPÈCE XII. — *Carbonate ammoniaco-zirconien.*

1. Lorsqu'on précipite une dissolution de muriate de zircone par le carbonate d'ammoniaque, il se forme d'abord un précipité blanc assez abondant; en continuant d'ajouter de ce sel, le dépôt disparaît et la liqueur devient claire; ainsi le carbonate d'ammoniaque commence par séparer du carbonate de zircone et le redissout ensuite lorsqu'on l'ajoute en excès, de sorte qu'il se forme un carbonate ammoniaco-zirconien.

2. L'expérience qu'on vient de décrire prouve que ce sel triple est beaucoup plus dissoluble que le carbonate de zircone, puisque celui-ci, précipité d'abord, se redissout ensuite, à mesure qu'il se combine avec le carbonate d'ammoniaque.

3. Le carbonate ammoniaco-zirconien se décompose très-aisément par l'action du feu. Quand on chauffe sa dissolution dans l'eau jusqu'à la faire bouillir, le carbonate d'ammoniaque se volatilise, la liqueur devient laiteuse, et le carbonate de zircone se précipite. Pour opérer cette décomposition complète, il faut chauffer long temps et jusqu'à ce que tout le carbonate d'ammoniaque soit volatilisé.

4. Les alcalis fixes et les bases terreuses puissantes, la barite, la strontiane et la chaux décomposent ce sel. Le citoyen Vauquelin remarque que l'ammoniaque pure ou caustique ne précipite pas sa dissolution, ce qui doit être en effet. Cette remarque lui sert à prouver que le sel dissous

est bien véritablement un sel triple ; car si ce n'était qu'une simple dissolution de carbonate de zircone dans un excès d'acide carbonique, il est bien évident que l'ammoniaque, en s'emparant de cet excès d'acide, ferait précipiter le carbonate de zircone.

ESPÈCE XIII. — *Carbonate ammoniaco-glucinien.*

1. J'ai fait observer dans l'histoire de la glucine et dans celle de plusieurs espèces de matières salines, que la glucine était dissoluble dans une lessive de carbonate d'ammoniaque, et que cette propriété, en même temps qu'elle était très-bonne pour caractériser cette terre, devenait aussi très-avantageuse, en fournissant un moyen de la séparer d'avec l'alumine qui ne se dissout pas comme la glucine dans ce sel ammoniacal. C'est un des moyens qui a servi utilement au citoyen Vauquelin pour la découverte de la glucine, et un des caractères par lesquels il en a reconnu l'existence et la nature particulières.

2. Cette dissolubilité de la glucine dans la lessive de carbonate d'ammoniaque, en montrant une attraction remarquable entre les deux substances, prouve que la terre partage l'adhérence de l'ammoniaque pour l'acide carbonique, et forme par ce partage même une espèce de sel triple ou à deux bases que je nomme carbonate ammoniaco-glucinien. Il est évident que ce sel, dont l'existence est encore si nouvelle pour les chimistes, et dont le citoyen Vauquelin lui-même, qui l'a le premier formé dans ses expériences, n'a décrit encore aucune propriété, ne peut être connu dans aucun des caractères qui lui sont propres, excepté sa dissolubilité dans la même quantité d'eau que celle qui tenait le carbonate d'ammoniaque avec laquelle on le prépare.

ARTICLE XIII.

Résumé sur les propriétés générales que présentent les sels, et sur la comparaison que l'on peut établir entre elles.

1. Quoique l'histoire des genres et des espèces de matières salines que je viens de décrire ait exigé de grands développemens et de longs détails, pour être traitée comme il était convenable qu'elle le fût dans l'état actuel de nos connaissances, on a dû voir, même par l'ordre que j'ai suivi, qu'il était possible de rapporter leurs propriétés à un certain nombre de termes généraux, dont l'ensemble constitue véritablement le caractère salin.

2. En effet, la saveur des sels ou leur impression sur nos organes, la cristallisation par laquelle l'art leur donne la forme, la fusibilité ou l'influence que le calorique accumulé exerce sur eux, l'efflorescence et la déliquescence ou l'action qu'ils éprouvent de la part de l'air, enfin leur dissolubilité ou leur rapport avec l'eau ; voilà les cinq caractères les plus prononcés de ces matières, et ceux qui parmi les propriétés traitées dans cette section ont le plus attiré toute notre attention. On pourrait y joindre la pesanteur spécifique et la forme primitive ; mais il n'y a pas encore assez de faits positifs sur ces deux propriétés pour qu'il soit permis d'en tirer des notions générales, comme je me propose de les offrir ici. J'en dirai cependant quelque chose, mais on verra qu'elles ne fournissent point une comparaison aussi utile que celle qu'il me sera permis d'établir sur les cinq propriétés énoncées. Je vais donc reprendre chacune de celles-ci dans autant de paragraphes.

§. Ier.

De la saveur des sels comparés entre eux.

3. C'était autrefois d'après la saveur qu'on croyait connaître le caractère et la nature générale des matières salines. On la leur avait tellement attribuée en particulier qu'elle semblait suffire pour les caractériser et les faire reconnaître. Alors comme il suffisait qu'une matière fut sapide pour qu'elle appartint à la classe des sels, on rapportait à cette classe sans limites une foule de matières qui n'avaient d'ailleurs nulle autre propriété capable de les y faire appartenir; et comme nulle matière saline ne devait non plus être sans saveur, on excluait de cet ordre une grande quantité de corps qui devaient en faire partie.

4. De là vint cette longue faute commise en minéralogie, et par laquelle on continua si long temps d'inscrire dans la liste des pierres sept à huit espèces principales de sels; faute qu'on n'a corrigée encore que dans la méthode moderne adoptée par l'école des mines de France. De là encore cette manière de ranger les acides et les alcalis, comme matières très-âcres, dans la classe des matières salines, et même l'habitude qu'on avait prise en chimie de regarder ces acides et ces alcalis, en raison de leur saveur très-énergique, non-seulement comme des sels mais encore comme les sels les plus puissans et les plus forts, comme ceux qui communiquaient même leur énergie aux autres.

5. Ce n'est plus de cette manière qu'il est aujourd'hui permis d'envisager les rapports de la saveur avec les propriétés salines. La saveur ne doit plus être placée à la tête des caractères salins comme le signe de l'affinité ou de l'attraction puissante qu'elle exerce sur nos organes; cette action appartient à d'autres matières autant et souvent même plus qu'aux sels, car les acides et les oxides, qui ne sont plus

des corps salins, l'exercent dans un degré beaucoup plus éminent que les sels.

6. Pour peu qu'on réfléchisse à cette différence et à sa cause, on reconnaît qu'elle est due à l'état des attractions chimiques comparé entre les corps très-sapides et les matières salines. Ceux-là, en effet, ont une force de combinaisons toujours très-grande, parce qu'ils tendent à s'unir à un grand nombre de corps ; dans les sels, au contraire, cette force est satisfaite ; les bases neutralisent les acides, suivant le langage ancien de la chimie, c'est-à-dire épuisent leur tendance à la combinaison, saturent leur puissance d'union, affaiblissent la force avec laquelle ils se portaient sur les différens corps; les modernes en disent autant des bases affaiblies par les acides où ils admettent la saturation réciproque. Ainsi cette considération beaucoup plus exacte que celle qu'on avait autrefois employée en chimie fait voir que les sels, loin d'être les matières les plus sapides, doivent au contraire avoir la saveur la moins marquée ou la moins prononcée, comme des composés dont la saturation est la plus parfaite.

7. Il est facile d'entendre maintenant pourquoi dans l'exposé des propriétés de la plupart des sels on a trouvé ou l'expression d'une insipidité absolue, ou l'énoncé d'une sapidité moyenne, désignée par la sensation qu'elle fait naître chez le plus grand nombre des hommes, et rarement l'exposé d'une saveur assez âcre, assez forte, assez puissante pour agir comme caustique. Il est cependant parmi les sels dont les matériaux tiennent peu fortement ensemble, quelques composés d'une forte et violente saveur; mais il est notable qu'elle ne va jamais jusqu'à la causticité. Il ne l'est pas moins que souvent ce soit parmi les composés salins dont les matériaux isolés ou séparés ont la sapidité la plus forte et la causticité la plus grande, comme l'acide sulfurique concentré, la potasse, la soude et la barite, que se trouve l'insipidité la

plus frappante; et l'on peut voir dans ce contraste, dans cette opposition si marquée, la preuve que l'attraction exercée réciproquement par ces matériaux les uns sur les autres est la source de la disparition de leur saveur.

8. Quoique ce soit une loi générale en chimie que les composés ont des propriétés très-différentes de celles de leurs composans, parce que l'attraction de composition change véritablement les propriétés des corps qui l'éprouvent; il est cependant quelques nuances de saveurs, sinon semblables, au moins analogues les unes aux autres, qui naissent tantôt du même acide, quoique combiné à des bases très différentes, tantôt de la même base, quoiqu'unie à des acides très différens. Ainsi l'acide nitrique donne aux nitrates en général de la fraîcheur; le phosphorique, un goût douceâtre aux phosphates; le sulfureux, une saveur de soufre brûlant aux sulfites; le muriatique, une saveur salée aux muriates. Ainsi, l'alumine présente dans tous ses sels une saveur acerbe ou astringente; la glucine communique aux siens une saveur sucrée; la magnésie, une amère; la zircone, une âpre et comme métallique. Il ne faut pas cependant établir sur ce fait un point de doctrine, car il y a des exceptions trop nombreuses et trop fortes pour qu'on puisse le regarder comme général. La barite fait tantôt des sels insipides, tantôt des sels âcres; les uns et les autres sont également vénéneux. La chaux donne des sels amers extrêmement âcres, et des sels absolument sans saveur.

9. La saveur se trouve souvent dans les sels être réunie à d'autres propriétés qui suivent assez exactement son énergie ou sa faiblesse. Ainsi c'est une règle générale que tous les sels très-sapides soient en même temps très-dissolubles dans l'eau, et que ceux au contraire qui ont une insipidité plus ou moins grande, ayent en même temps une indissolubilité plus ou moins marquée. Il serait difficile de trouver une exception à cette règle; on peut même la pousser au point de dire que les sels très-âcres sont si dissolubles, qu'ils attirent avec énergie l'eau

atmosphérique, et qu'ils sont caractérisés par une prompte déliquescence.

10. On trouve encore une analogie assez forte, un rapport assez marqué entre la saveur des sels et leurs propriétés médicamenteuses. Cependant il y a moins de constance et moins de certitude dans ce genre de rapports que dans le précédent, ou au moins il n'a pas été étudié avec la même exactitude; il n'est pas aussi facile à connaître ni à déterminer. En général, il est vrai, tout sel amer âcre est purgatif et fondant; tout sel peu sapide donne à l'eau le caractère d'eau dure ou crue; mais il ne faut pas oublier que le sulfate et le carbonate de barite, quoiqu'entièrement insipides, sont vénéneux.

§. II.

De la cristallisation et de la forme des sels.

11. La cristallisation est en chimie ou la propriété qu'ont les corps de prendre une forme régulière, ou l'art de la leur faire prendre. On la leur donne à l'aide de certaines circonstances dont la réunion paraît être nécessaire pour favoriser l'arrangement des molécules. Presque tous les minéraux jouissent de cette propriété, mais il n'y a point de corps dans lesquels elle soit aussi énergique que les substances salines. Les circonstances qui la favorisent, et sans lesquelles elle ne peut avoir lieu, se réduisent toutes pour les sels aux deux suivantes. 1°. Il faut que leurs molécules soient divisées et écartées par un fluide, afin qu'elles puissent ensuite tendre les unes vers les autres, ou s'attirer réciproquement par les faces qui ont le plus de rapport entre elles. 2°. Il est nécessaire, pour que ce rapprochement ait lieu, que le fluide qui écarte leurs parties intégrantes soit enlevé peu-à-peu, et cesse de les tenir écartées.

12. Il est aisé de concevoir, d'après ce simple exposé, que la cristallisation ne s'opère qu'en vertu de l'attraction entre

les molécules, ou de l'affinité d'aggrégation qui tend à les rapprocher et à les faire adhérer les unes aux autres. Ces considérations conduisent à penser que les parties intégrantes d'un sel ont une forme qui leur est particulière, et que c'est de cette forme primitive des molécules que dépend la figure différente que chaque substance saline affecte dans sa cristallisation; elles portent également à croire que les figures polyèdres, appartenantes aux molécules des sels, ayant des côtés inégaux ou des faces plus étendues les unes que les autres; ces molécules doivent tendre à se rapprocher et à se réunir par celles de ces faces qui sont les plus larges. Cela posé, l'on concevra facilement qu'en enlevant le fluide qui tient ces molécules dispersées, elles se réuniront par les faces qui se conviennent le plus, ou qui ont le plus de rapport entre elles, si ce fluide ne les abandonne que peu-à-peu, et de manière à laisser, pour ainsi dire, aux parcelles salines le temps de s'arranger, de se présenter convenablement les unes aux autres, alors la cristallisation sera régulière; et qu'au contraire, une soustraction trop prompte du fluide qui les écarte les forcera de se rapprocher subitement, et pour ainsi dire par les premières faces venues; dans ce cas la cristallisation sera irrégulière et la forme difficile à déterminer. Si même l'évaporation est tout-à-fait subite, le sel ne formera qu'une masse concrète qui n'aura presque rien de cristallin.

13. Il faut aussi faire entrer comme élément de la cristallisation l'attraction des molécules salines pour l'eau et pour le calorique, et les variations de cette attraction qui ont lieu en raison de la quantité de ces deux fluides comparée à celle de la matière saline, le rapport et la différence entre cette attraction et celle qui a lieu entre les molécules du sel; enfin l'attraction exercée par les parois du vase sur les molécules de ce sel. Ce sont autant de causes qui font naître des formes secondaires variées dans les sels, en produisant des décroissemens divers et plus ou moins réguliers dans les rangées de leurs molécules réunies.

14. C'est sur ces vérités fondamentales qu'est fondé l'art de faire cristalliser les matières salines. Tous les sels en sont susceptibles, mais avec plus ou moins de facilité; il en est qui se cristallisent si facilement qu'on réussit constamment à leur faire prendre à volonté la forme régulière; d'autres demandent plus de soin et de précautions; enfin il y en a plusieurs qu'il est si difficile d'obtenir dans cet état, qu'on n'a pas encore pu y parvenir. C'est en étudiant bien les circonstances particulières à chaque sel qu'on réussit à le faire cristalliser. Une première condition pour réussir dans ces opérations, c'est de dissoudre les substances salines dans l'eau; mais il y en a qui sont si peu solubles par nos moyens, qu'il est presqu'impossible ensuite d'en obtenir le rapprochement régulier; tels sont le sulfate, le carbonate, le fluate de chaux, le sulfate de barite. La nature nous présente tous les jours ces sels neutres terreux cristallisés très-régulièrement, et l'art ne peut l'imiter qu'à l'aide d'un temps très-long. Il y a même plusieurs savans distingués qui ne croient point encore à la possibilité du procédé indiqué par M. Achard, de Berlin, et à l'aide duquel il a dit avoir produit des cristaux de carbonate calcaire. Ce procédé ingénieux consiste à faire passer l'eau, qui a séjourné long-temps sur des sels très-peu solubles, à travers un canal très-étroit, et à en procurer l'évaporation avec beaucoup de lenteur.

15. Il y a, au contraire, d'autres matières salines qui sont si solubles, et qui ont tant d'adhérence avec l'eau, qu'elles ne l'abandonnent qu'avec beaucoup de difficulté, et qu'il est aussi très-difficile de les obtenir sous des formes régulières, comme cela a lieu pour tous les sels déliquescens, tels que les nitrates et les muriates calcaires et magnésiens. On ne peut vaincre qu'avec une très-grande difficulté la tendance que ces sels ont pour l'eau; et si l'on parvient à les en isoler par un grand effort, ce n'est que pour quelques instans que cet isolement a lieu; car ces sels perdent promptement leur état cristallisé.

16. On ne peut douter que chaque sel n'ait sa manière propre et particulière de se cristalliser, ou ce qui est la même chose, qu'il n'ait dans ses dernières molécules une forme déterminée et différente de celle de tous les autres. Telle est sans doute la première cause des différences remarquables qui existent entre les cristaux qu'on obtient. Les bases et les acides qui les constituent, depuis les substances salino-terreuses jusqu'aux acides les plus puissans, n'ont, pour la plupart, aucune figure déterminée; il n'y a que quelques circonstances qui, sans détruire tout-à-fait leurs propriétés distinctives, leur font affecter une forme cristalline, comme cela a lieu dans l'acide muriatique oxigéné, et dans l'acide sulfurique concret. Cependant les alcalis caustiques se cristallisent en lames, suivant l'observation du citoyen Bertholet, et l'acide du borax présente la même forme lamelleuse à tous les chimistes. La plupart de ces composans salifiables ou salifians ne prennent point de forme régulière dans nos laboratoires, soit parce qu'en effet ils n'en sont pas réellement susceptibles, soit parce que nos moyens sont insuffisans pour la leur donner; mais leurs composés ou les sels affectent tous une forme régulière, et l'art est parvenu à la reproduire et à la faire disparaître à volonté dans la plupart d'entre eux. En considérant cette propriété, bien différente de celle des composans, est-il possible de déterminer si elle dépend des bases alcalines qui les neutralisent? Il paraît qu'on ne peut l'attribuer ni aux uns ni aux autres exclusivement, puisque les mêmes acides forment souvent avec des bases différentes des sels d'une figure très-diverse; tandis que, dans d'autres exemples, la même base combinée avec des acides divers présente la même dissemblance dans les cristaux; c'est donc au changement total des propriétés de chaque nouveau composé salin qu'il faut attribuer la diversité des formes que ces composés affectent.

17. Il y a en général trois moyens de faire cristalliser les sels dans nos laboratoires.

A. L'évaporation. Ce procédé consiste à faire chauffer une dissolution saline de manière à réduire en vapeur l'eau qui en tient les molécules écartées. Plus cette évaporation est lente et plus la cristallisation sera régulière; c'est ainsi qu'on procède pour obtenir cristallisés le sulfate de potasse, les muriates de potasse et de soude, le sulfate de chaux, le carbonate de magnésie. Leur forme n'est que très-peu régulière si l'on évapore trop promptement comme par la chaleur de l'ébullition; mais en tenant sur un bain de sable d'une chaleur de 45 degrés à-peu-près les dissolutions salines de cette nature, on obtient constamment à l'aide d'un temps plus ou moins long, des cristaux très-beaux et très-réguliers, et il n'y a presque point de sel qui ne puisse prendre une forme très-distincte par ce procédé, s'il est exécuté avec intelligence.

B. Le refroidissement est employé avec succès pour ceux qui sont plus dissolubles dans l'eau chaude que dans l'eau froide; on conçoit très-bien qu'un sel de cette nature doit présenter ce phénomène, puisqu'il cesse d'être également soluble dans l'eau dont la température s'abaisse; la portion qui ne restait dissoute qu'à la faveur de cette élévation de température se séparera à mesure que la liqueur se refroidira, et lorsqu'elle sera tout-à-fait froide, l'eau n'en retiendra plus en dissolution que la partie qui est dissoluble à froid. Il en est de ce second procédé comme du premier. Plus l'eau se refroidira lentement, et plus les molécules salines se rapprocheront par les faces qui se conviennent le mieux, alors on aura une cristallisation très-régulière; voilà pourquoi il faut entretenir pendant quelque temps un certain degré de chaleur sous les dissolutions salines, et le diminuer graduellement pour le conduire peu-à-peu si cela est nécessaire jusqu'au degré de la congélation. On doit observer en effet que tous les sels qu'on peut faire cristalliser par ce procédé, sont beaucoup plus dissolubles en général que ceux pour lesquels on se sert du premier, et comme on les dissout d'abord dans l'eau

bouillante, celle-ci refroidie subitement laisserait déposer en masse informe tout ce qui a été dissous à la faveur de la chaleur de l'ébullition ; au contraire, si on place sur un bain de sable la dissolution très-chaude, et si on a soin d'en graduer lentement le refroidissement, la cristallisation sera très-régulière. Telle est la manière d'obtenir en beaux cristaux le sulfate de soude, le nitrate de potasse, les carbonates de soude et de potasse, le muriate ammoniacal, etc.

C. La troisième manière de faire cristalliser les sels, c'est de les soumettre à l'évaporation spontanée. Pour cela on expose une dissolution saline bien pure à la température de l'air dans des capsules de verre ou de grès qu'on a soin de couvrir de gaze, afin d'empêcher la poussière d'y tomber sans s'opposer à l'évaporation de l'eau ; on choisit pour cette opération une chambre ou un grenier isolés et qui ne servent qu'à cela ; on laisse cette dissolution ainsi exposée à l'air jusqu'à ce qu'on y apperçoive des cristaux, ce qui n'a quelquefois lieu qu'au bout de quatre à cinq mois, et même plus tard pour certains sels. Ce procédé est en général celui qui réussit le mieux pour obtenir des cristaux très-réguliers et d'un volume considérable. Il devrait être employé généralement pour tous les sels, si le temps le permettait, parce que c'est le moyen de les avoir parfaitement purs. On doit opérer ainsi pour le nitrate de soude, le muriate de soude, le borax, le sulfate triple d'alumine, le sulfate de magnésie, le sulfate ammoniacal, le nitrate d'ammoniaque, etc.

18. Dans quelques circonstances on réunit avec avantage plusieurs de ces procédés ; c'est particulièrement pour obtenir cristallisés les sels très-déliquescens, tels que les nitrates et les muriates calcaires et magnésiens, etc. On évapore fortement leurs dissolutions et on les expose tout de suite à un grand froid ; mais ce moyen ne fournit jamais que des cristaux irréguliers, et quelquefois des masses concrètes sans forme régulière. Si l'on n'est point encore parvenu à faire

cristalliser un assez grand nombre de sels neutres, cela vient de ce qu'on n'a pas déterminé exactement l'état de concentration où doit être chacune de leurs dissolutions pour pouvoir fournir des cristaux. Ce travail, facile en lui-même, et qui n'exige que du temps et de la patience, n'a point encore été complétement suivi par les chimistes. C'est par la pesanteur spécifique des dissolutions qu'on arrivera à cette donnée fort utile pour les laboratoires de chimie; déjà ce procédé a été mis en usage dans plusieurs travaux en grand sur les matières salines; on se sert avec succès d'un aréomètre ou pèse-liqueur pour déterminer le point de la cristallisabilité pour les liqueurs salines; telles que les eaux salées, salpétrées, alunées, etc.

19. Outre ces différens moyens de faire cristalliser les sels, il existe plusieurs circonstances qui favorisent cette opération, et dont il est nécessaire de savoir apprécier l'influence. Un léger mouvement est quelquefois utile pour déterminer une cristallisation qui ne réussit point; c'est ainsi qu'en agitant ou en transportant des capsules pleines de dissolutions salines qui n'offrent point de cristaux formés, on voit souvent la cristallisation s'établir quelques instans après la plus légère agitation; j'ai déja fait remarquer que ce phénomène avoit sur-tout lieu pour le nitrate et pour le muriate calcaires. Le contact de l'air parait être souvent nécessaire à la formation des cristaux; souvent une dissolution évaporée au point nécessaire pour la cristallisation ne fournit point de cristaux dans un flacon bien bouché, tandis qu'exposée à l'air dans une capsule, on les voit se former très-promptement: cette observation a été faite avec beaucoup d'exactitude par Rouelle l'aîné. La forme des vaisseaux, les corps étrangers plongés dans les dissolutions salines ont encore beaucoup d'influence sur la cristallisation. La première modifie la figure des cristaux, et y produit une très-grande variété; c'est pour cela qu'on place avec avantage des

fils ou de petits bâtons dans les capsules où s'opère la cristallisation, afin d'obtenir des cristaux réguliers; ceux-ci se précipitent sur les fils, et comme la surface sur laquelle ils se reposent a très-peu d'étendue, ils ont ordinairement la forme la plus régulière, tandis qu'en s'appliquant sur les parois obliques, irrégulières, inégales des terrines et des autres vaisseaux communément employés à cet usage, ils sont plus ou moins tronqués et irréguliers.

Souvent des corps étrangers plongés dans les dissolutions salines ont encore un autre avantage; ils déterminent la formation des cristaux, qui aurait été beaucoup plus lente sans leur présence; c'est ainsi qu'un morceau de bois ou une pierre jetée dans une source salée devient une base sur laquelle l'eau dépose des cristaux de muriate de soude. C'est d'après l'observation de ce phénomène, que quelques chimistes ont proposé de plonger un cristal salin dans une dissolution d'un sel qui ne se cristallise point facilement; plusieurs ont assuré que ce moyen favorisait la production des cristaux, pour les sels très-difficiles a obtenir sous une forme régulière. Telles sont les principales causes qui influent sur la cristallisation; il en est sans doute encore d'autres que l'observation fera connaître par la suite aux chimistes.

20. La séparation d'un sel d'avec l'eau qui le tenait fondu ou en dissolution ne peut se faire d'une manière régulière sans que le sel ne retienne une partie de ce fluide. On peut se convaincre de ce phénomène en prenant un sel réduit en poudre par la chaleur, comme du sulfate d'alumine, du borate de soude calcinés, ou du sulfate de soude desséché. En les dissolvant dans l'eau et en les faisant cristalliser, on les trouvera augmentés quelquefois à partie égale après leur cristallisation; c'est-à-dire qu'une partie de sel traité ainsi donnera deux parties de cristaux. Les chimistes ont conclu de ce phénomène qu'un sel bien cristallisé contenait plus d'eau que le même sel privé de sa

forme par l'action du feu ou de l'air ; ils ont appelé cette eau étrangère à son essence saline, mais nécessaire à sa forme cristalline, *eau de cristallisation*, parce qu'en effet elle est un des élémens de leurs cristaux ; lorsqu'on leur enlève cette eau, ils perdent en même temps leur transparence et leur forme régulière.

Les différens sels contiennent une plus ou moins grande quantité de cette eau de cristallisation ; il en est qui en contiennent la moitié de leur poids, comme le sulfate de soude, le carbonate de soude, le sulfate triple d'alumine ; d'autres n'en ont qu'une petite quantité, comme le nitre, le muriate de soude, etc. On n'a point encore déterminé exactement cette quantité relative d'eau de cristallisation dans tous les sels bien cristallisables. Cette eau peut être enlevée aux sels sans que leur nature intime en soit altérée en aucune manière, et elle est elle-même parfaitement pure et semblable à de l'eau distillée.

21. Comme tout ce qui vient d'être exposé jusqu'ici sur la cristallisation des sels prouve que les diverses substances salines ne se cristallisent point par les mêmes procédés, et suivent différentes lois dans leur formation en cristaux, il est clair qu'on peut se servir de ce moyen avec avantage pour opérer leur séparation ; c'est ainsi qu'un sel cristallisable par le refroidissement peut être obtenu très-exactement séparé d'un autre sel cristallisable par la seule évaporation continuée, comme cela a lieu pour les eaux des fontaines de Lorraine qui contiennent du muriate et du sulfate de soude. Malgré cela, il arrive souvent que deux sels dissous dans la même eau, quelque différence qu'ils présentent dans la manière dont ils se cristallisent, se trouvent plus ou moins mêlés ensemble, et qu'il faut avoir recours à plusieurs dissolutions et cristallisations successives pour les obtenir purs et sans mélange. Cette observation est encore plus importante à faire sur les sels qui se ressemblent par les lois de leur cristallisation ;

ceux-ci sont beaucoup plus difficiles à séparer les uns des autres, sur-tout s'ils sont en plus grand nombre. Par exemple, si la même eau contenait quatre sels également cristallisables par l'évaporation ou par le refroidissement, il serait impossible de les séparer par une ou deux cristallisations successives, et il faudroit multiplier ces opérations un assez grand nombre de fois, pour faire agir les nuances légères qui existent entre leurs cristallisabilités; car il faut remarquer que, quoique deux ou plusieurs sels soient également cristallisables par le refroidissement ou par l'évaporation, il y a cependant entre eux des nuances sensibles qui modifient, pour ainsi dire, cette loi générale; sans cela, ils se cristalliseraient toujours ensemble, et l'on ne pourrait jamais les obtenir bien séparés; ce qui a cependant lieu, même pour les sels les plus semblables par leur cristallisabilité. Il n'y en a que quelques-uns qui font exception à cette règle, parce qu'ils ont une adhérence particulière ou une affinité remarquable entre eux; tels sont en général les sels formés par le même acide, et en même temps cristallisables par le même procédé; mais on n'a point encore assez observé ces singulières adhérences entre les sels, et cet objet mérite toute l'attention des chimistes.

22. Enfin, pour terminer cette histoire abrégée de la cristallisation des sels, j'ajouterai qu'il y a une autre manière de les obtenir cristallisés; c'est de les précipiter de leurs dissolutions par une substance qui ait plus d'affinité avec l'eau qu'ils n'en ont. L'alcool versé dans une dissolution saline produit cet effet sur le plus grand nombre des sels neutres; on ne doit en excepter que ceux qui sont dissolubles dans ce liquide. Le même phénomène de précipitation des cristaux salins a lieu dans le mélange de quelques sels dont la dissolubilité est très-différente, et même quelquefois par le mélange de plusieurs dissolutions salines entre elles; en général les dissolutions de sels alcalins sont précipitées en cristaux par la lessive de potasse ou la soude caustique, pourvu que cette lessive soit assez concentrée pour cela.

§. III.

De la fusibilité des sels ou de l'action du feu sur ces corps.

23. Quoique le titre de ce paragraphe porte qu'il s'agit de la fusibilité, il faut y comprendre tous les effets que les sels peuvent éprouver par l'action du feu ; il y a dans cette action une suite de phénomènes différens les uns des autres, et qui sont souvent indépendans de la fusibilité ; d'ailleurs la fusion qu'éprouvent les matières salines n'est souvent qu'un des effets qui précède ou qui accompagne d'autres altérations que fait naître l'accumulation du calorique dans ces matières. En généralisant l'ensemble de ces altérations dont ces sels sont susceptibles par le feu, je trouve qu'elles peuvent être rapportées à six sortes, auxquelles appartiennent toutes les substances salines, 1°. la fusion aqueuse ; 2°. la fusion ignée ; 3°. la décrépitation ; 4°. la volatilisation simple ; 5°. la volatilisation avec altération ; 6°. la décomposition. Parcourons rapidement chacune de ces actions et voyons ce qu'elle contient d'utile à savoir relativement à l'histoire de ces substances.

24. On nomme fusion aqueuse une liquéfaction due à l'eau qui entre dans la cristallisation des sels. Lorsque cette eau est abondante, qu'elle va par exemple du tiers à la moitié du poids du sel, et que celui-ci est en même temps bien soluble, en chauffant ce sel en cristaux, son eau élevée en température le dissout et offre une liqueur saline très-épaisse. Cette fusion n'est véritablement qu'une dissolution à chaud ; aussi quand on laisse refroidir le sel qui l'éprouve, il repasse à l'état solide et même cristallisé. Aussi quand on continue à chauffer un sel ainsi fondu, son dissolvant ou son eau de cristallisation devenue son eau de dissolution se volatilise, l'abandonne, et le sel se dessèche. On a vu cet effet dans les sulfates de soude,

de magnésie, triple d'alumine, etc. Si l'on pousse l'action du feu jusqu'à enlever toute l'eau de cristallisation en continuant à le chauffer après sa fusion aqueuse, et si on le dessèche, on dit qu'alors on en opère la calcination. Autrefois on nommait cela brûler un sel; telle était l'acception des mots *alun brûlé*. Ainsi l'effet de la fusion aqueuse est une véritable dissolution dans l'eau bouillante.

25. On désigne par le nom de fusion ignée celle que les sels éprouvent indépendamment de leur eau de cristallisation, soit qu'elle ait lieu à la suite de la fusion aqueuse et qu'elle lui succède, soit qu'elle se passe sans que cette fusion ait lieu. Le premier cas détermine bien la différence qui existe entre les deux fusions. Le second existe lorsqu'en tenant fondu le sel qui l'éprouve, on reconnaît qu'il ne se dessèche pas, qu'il reste constamment liquide. On croit que les sels susceptibles de cette fusion ignée sans l'être auparavant de la fusion aqueuse, ne contiennent que peu d'eau de cristallisation, ou sont beaucoup plus adhérens à celle qu'ils contiennent que les premiers. On voit que ne pouvant plus la perdre ni être desséchés, on ne peut pas dire d'eux qu'ils sont calcinables. Il est telle matière saline qui est si fusible dans ce genre, qu'elle peut même servir de fondant. Les phosphates, les borates appartiennent spécialement à cette classe. D'autres sont très-difficiles à fondre; mais quoique quelques-uns le soient tant qu'on les a crus autrefois infusibles, on est aujourd'hui persuadé qu'il n'est point de sel qui jouisse d'une parfaite infusibilité, et qu'on ne puisse parvenir à fondre, à l'aide d'un feu suffisant.

26. Je range la décrépitation parmi les phénomènes que les sels sont susceptibles d'éprouver par l'action du feu, parce qu'en effet il en est un assez grand nombre chez lesquels elle a lieu. Le nom qu'elle porte est tiré du bruit que fait le sel lorsqu'il est exposé à une chaleur brusque, soit qu'on le jette sur des charbons ardens, soit qu'on le fasse fortement

et rapidement chauffer dans un creuset. Ce bruit est dû à l'écartement des molécules salines et à la manière dont elles frappent l'air dans lequel elles sont projetées ; le brisement éclatant du sel provient de la volatilisation rapide de l'eau insuffisante pour le fondre, qui s'en sépare sous la forme de vapeur, et qui occupe tout-à-coup un espace beaucoup plus considérable que celui qu'elle occupait d'abord entre les molécules salines qui la recélaient. Il est évident qu'un sel décrépité ou privé de l'eau de sa cristallisation est dans la même condition absolument que celui qui a été desséché après sa fusion aqueuse. On trouve ce phénomène très-marqué dans les sulfates de barite, de chaux, de strontiane, de potasse ; les nitrates de barite et de strontiane, les muriates de potasse, de soude, etc.

27. La volatilisation simple et sans que le sel éprouve d'altération intime, suppose une attraction assez forte entre ses composans pour n'être pas détruite par le calorique, et en même temps une tendance pour se combiner avec eux, qui leur permette de prendre la forme gazeuse sans se séparer l'un de l'autre. Il n'y a que très-peu de matières salines qui jouissent de cette double propriété, et quoiqu'il soit vrai de dire qu'à une haute température presqu'aucune d'elles n'échappe à la volatilisation, on n'en trouvera que le très petit nombre susceptible de s'élever en vapeur et de conserver en même temps la proportion exacte et l'adhérence complète de leurs principes. Le muriate et le carbonate d'ammoniaque sont ceux auxquels on attribue ordinairement cette volatilité simple ou accompagnée de leur conservation et de leur intégrité dans le degré le plus marqué. Encore plusieurs chimistes ont-ils remarqué qu'en sublimant l'un et l'autre, il s'exhalait une odeur d'ammoniaque qui semblait annoncer la décomposition partielle de ces deux sels ammoniacaux.

28. Il est bien plus fréquent en effet que l'action du feu sur les matières salines volatiles et plus particulièrement sur les

sels ammoniacaux, puisque c'est parmi eux qu'on trouve les plus et peut-être même les seuls entièrement volatiles, ne se borne pas à leur simple sublimation, ou qu'au moins au moment où elle l'opère, elle commence à diminuer l'attraction de leurs principes et à opérer leur désunion. Cela a lieu lorsque l'ammoniaque est unie à un acide plus fixe et moins décomposable qu'elle, et alors le sel sublimé se trouve être avec excès d'acide ou vraiment acidule. C'est ainsi que se comporte spécialement le sulfate ammoniacal, et peut être faut-il rapprocher de lui le muriate d'ammoniaque lui-même qui paraît éprouver quelque altération analogue de la part du feu.

29. Beaucoup de sels éprouvent une décomposition plus ou moins complète par l'action du calorique accumulé en une quantité plus ou moins grande. En comparant tout ce qui arrive dans ce genre d'action à toutes les matières salines connues, on trouve quatre genres de décomposition bien prononcée auxquels peuvent être rapportés les effets quelconques que le feu produit sur ces matières.

a. Quelquefois l'acide se dégage et quitte la combinaison saline, de manière à pouvoir être recueilli dans un récipient et à laisser la base seule; pour cela il faut que d'une part l'acide soit volatil et non décomposable par la chaleur; il faut de plus que son attraction pour la base soit assez faible pour céder facilement à l'action du feu. C'est ainsi que se comportent le sulfate, le muriate et le carbonate de zircone, les muriates de magnésie, de zircone, d'alumine, les carbonates de chaux, de magnésie, de glucine, de zircone, et même ceux de chaux et de soude.

b. Quelques sels sont décomposés par le feu dans un ordre opposé aux précédens. C'est la base qui se dégage des acides parce qu'elle est volatile et peu adhérente à ces derniers. C'est à ce genre de décomposition qu'il faut rapporter ce qui arrive à ceux des sels ammoniacaux qui perdent leur ammoniaque,

qui laissent leur acide isolé par l'effet d'une haute température; tels sont entre autres le phosphate d'ammoniaque et le borate d'ammoniaque. On voit que cela va plus loin que le dégagement partiel et la formation d'un acidule.

c. Il est des sels plus profondément altérables par l'action du feu, parce que leur acide est susceptible de décomposition et de se réduire en tout ou en partie à ses élémens; tels sont tous les nitrates, les muriates suroxigénés, les sulfites, les phosphites. Les premiers, chauffés plus ou moins fortement, donnent, comme on l'a vu ailleurs, du gaz oxigène et du gaz azote, et se réduisent ainsi à leurs bases pures. Les seconds perdent leur oxigène et redeviennent des muriates; ceux du troisième et du quatrième genre perdent le soufre ou le phosphore qu'ils contiennent en excès, et repassent par là à l'état de sulfates ou de phosphates.

d. Enfin il en est qui sont encore plus intimement et plus complétement altérés que les précédens par l'action du calorique; ce sont ceux dont l'acide et la base se décomposent tout-à-la-fois et réciproquement; ceux-ci sont à la vérité beaucoup plus rares; car on ne connaît guères encore dans cet ordre que le nitrate ammoniacal; mais il y a lieu de croire qu'en étudiant avec plus de soin les diverses matières salines encore peu connues, il s'en présentera quelque jour plusieurs espèces qui appartiennent à ce genre d'altération ignée.

§. IV.

De l'action de l'air sur les sels.

30. Tous les sels cristallisés exposés à l'air ne s'altèrent point de la même manière. Il en est qui n'y éprouvent aucun changement sensible; mais plusieurs perdent plus ou moins promptement leur transparence, leur forme, et parmi ceux-là les uns se fondent peu à peu en augmentant de poids,

les autres deviennent pulvérulens en perdant une portion de leur masse. La première de ces altérations a reçu le nom de déliquescence, et la seconde celui d'efflorescence.

31. On a appelé l'un de ces phénomènes déliquescence, parce que la matière saline qui l'éprouve devient liquide; on disait aussi autrefois qu'un sel tombait en *deliquium* lorsqu'il se fondait ainsi par le contact de l'air. Le mot *défaillance* était alors synonyme de déliquescence, mais cette expression a vieilli, et on ne la trouve presque plus aujourd'hui dans les livres de chimie. Cette altération dépend de ce que les sels attirent l'humidité contenue dans l'air, et j'ai cru devoir la regarder comme l'effet d'une vraie attraction élective, plus forte entre le sel et l'eau qu'entre cette dernière et l'air atmosphérique. La déliquescence n'est pas la même dans tous les sels, soit pour la rapidité avec laquelle elle a lieu, soit pour l'espèce de saturation qui la borne; il en est, comme les nitrates et muriates de chaux et de magnésie, qui enlèvent l'eau de l'atmosphère, dessèchent pour ainsi dire l'air, avec une énergie très-considérable, et absorbent une quantité de ce liquide plus grande que leur propre poids. Quelques autres sont encore très-déliquescens, mais n'attirent pas l'humidité avec autant de promptitude, et en aussi grande quantité que les précédens; enfin il y en a qui ne font que s'humecter sensiblement, et qui ne se fondent point complétement, comme le nitrate de soude, le muriate de potasse, le sulfate ammoniacal, etc.

32. L'efflorescence a été ainsi nommée, parce que les sels qui en sont susceptibles semblent se couvrir de petits filets blancs semblables aux matières sublimées qu'on a connues en chimie sous le nom de *fleurs*. Cette propriété est l'inverse de la déliquescence; dans celle-ci les cristaux salins décomposent l'atmosphère humide, parce qu'ils ont une attraction élective plus forte pour l'eau que l'air atmosphérique; dans l'efflorescence, au contraire, c'est l'atmosphère qui décompose les cristaux salins, parce que l'air a plus d'affinité avec l'eau que

n'en ont les sels qui forment ces cristaux. C'est donc l'eau de leur cristallisation qui est enlevée par l'efflorescence, et telle est la cause pour laquelle les sels qui s'effleurissent perdent leur transparence, leur forme et une partie de leur masse. Il est essentiel d'observer que tous les cristaux salins efflorescens éprouvent de la part de l'air une altération semblable à celle que la chaleur leur fait subir ; c'est une sorte de calcination lente et froide qui décompose les sels cristallisés, et qui en sépare l'eau à laquelle ils doivent leur forme cristalline, ainsi que toutes les propriétés qui les caractérisaient *cristaux salins;* aussi un sel complétement effleuri éprouve-t-il exactement la même perte de poids dans cette opération que lorsqu'on le dessèche par l'action du feu. Remarquons encore que les sels efflorescens appartiennent à la classe des plus dissolubles, et de ceux qui se cristallisent par le refroidissement de leurs dissolutions.

33. Il en est de l'efflorescence comme de la déliquescence ; elle n'est pas la même pour tous les sels neutres dans lesquels on l'observe. Il en est, comme le sulfate et le carbonate de soude, qui s'effleurissent promptement, et jusqu'à la dernière parcelle cristalline, de sorte qu'ils se trouvent réduits en une poussière blanche très-fine ; comme ils ont perdu plus de la moitié de leur poids par cette décomposition de leurs cristaux, on peut en conclure que c'est en raison de la grande quantité qui entre dans leur cristallisation, qu'ils éprouvent une efflorescence aussi complète ; et en effet les sels qui ne s'effleurissent que très-peu, tels que le borax, l'alun et le sulfate de magnésie, ne contiennent point une aussi grande quantité de ce fluide dans leurs cristaux. Si l'efflorescence dépend d'une attraction élective plus forte entre l'air et l'eau qu'entre cette dernière et les sels, lorsque l'atmosphère sera très-sèche, ce phénomène aura lieu d'une manière plus marquée et plus prompte ; et c'est aussi ce que l'on observe, tandis que l'air chargé d'humidité n'a pas la même action sur les sels efflo-

rescens, et les laisse intacts. On peut encore confirmer cette assertion en répandant une petite quantité d'eau sur les cristaux salins susceptibles d'efflorescence ; par ce moyen l'atmosphère enlevant cette eau, et s'en saturant, ne touche point à celle qui entre dans la constitution des cristaux, et ceux-ci restent sans altération ; mais si l'on n'a pas soin de renouveller ce fluide, l'air agit alors sur le sel cristallisé et en détruit la cristallisation. On observe journellement ce phénomène dans la pharmacie, où l'on a soin d'humecter les cristaux de sulfate de soude d'une petite quantité d'eau, afin de les conserver dans leur belle forme et leur intégrité.

§. V.

De la dissolubilité des sels ou de leurs rapports avec l'eau.

34. La dissolution des sels dans l'eau, ou la manière dont ces corps se dissolvent dans ce liquide, la quantité relative qu'ils en demandent pour se dissoudre, les phénomènes qui ont lieu pendant cette dissolution méritent la plus sérieuse attention de la part des chimistes, et ils l'ont obtenue ; car c'est une des choses qu'on étudie le plus et qu'on observe avec le plus de soin et d'exactitude dans les laboratoires. Comme elle s'opère, c'est-à-dire comme les sels se fondent, se liquéfient sans mouvement, sans agitation, sans bulles, tandis qu'il y a beaucoup de corps qui en partageant la liquidité des acides, etc., excitent beaucoup de mouvement et donnent lieu au dégagement de beaucoup de bulles de fluides élastiques dans ce qu'on appelle effervescence ; quelques chimistes ont proposé de distinguer l'une et l'autre de ces dissolutions ; de nommer la première, celle des matières salines qui n'est réellement qu'un écartement de molécules opérée par l'eau, *solution*. Mais la différence peu sensible des deux expressions n'a point été admise par la majorité des chimistes. Il est toujours im-

portant de noter ici que la différence qui existe entre les deux phénomènes consiste dans ce qu'un sel qui se dissout dans l'eau ne change pas plus de nature que l'eau elle-même, tandis que lorsqu'un métal se dissout dans un acide, l'un et l'autre de ces deux corps change de nature avant de s'unir.

35. Quoiqu'il n'y ait pas de véritable changement de nature entre les sels et l'eau qui s'unissent dans la dissolution, il ne faut pas cependant regarder cet effet comme un simple phénomène physique, comme une pure division mécanique de parties. Il y a pénétration intime de molécules; leur rapport de distance et d'attraction est tout-à-coup modifiée; elles perdent ou absorbent du calorique; le plus souvent ce principe s'en dégage, et la densité des matières augmente ou est plus forte que la moyenne qui pourrait résulter des deux densités connues. Il y d'ailleurs une forme, une attraction chimique entre les molécules du sel et les molécules de l'eau, puisqu'on ne peut les séparer que par des moyens chimiques, puisqu'une attraction plus forte de quelques autres corps pour l'eau, comme l'alcool, etc., les sépare, et puisque toutes les modifications d'adhérence qui peuvent être entre les particules salines et les particules de l'eau sont les causes de beaucoup d'autres modifications dans les formes que les sels sont susceptibles de prendre; car telle est souvent la source des variétés de figures observées dans les cristaux salins, dues à des décroissemens variés sur les bords et les angles et à un arrangement de molécules manifestement dépendant des attractions.

36. On a vu dans le detail des espèces salines que chacune d'elles jouissait d'un degré de dissolubilité déterminé, c'est-à-dire que pour liquéfier ou dissoudre chacune il fallait employer des quantités d'eau variées et différentes. On a vu encore que presque toujours ce degré de dissolubilité variait suivant la température de l'eau, et qu'en général elle s'élevait avec l'augmentation de cette propriété. Déja cette proportion entre le sel et l'eau a été déterminée pour un assez grand nombre de ma-

tières salines. Il s'en faut de beaucoup cependant que ce travail soit complet, et l'on peut dire qu'il n'y a pas même encore un tiers des sels fabriqués dans nos laboratoires qui soient exactement connus dans leur dissolubilité. Le genre de recherches nécessaires pour obtenir cette détermination est simple et assez facile; et cependant il est encore une foule de dissolubilités qu'on a ou mal appréciées ou non appréciées du tout. Il ne sera pas moins important dans la continuation de ce travail de déterminer le changement de température ou le dégagement de calorique qui a lieu dans chaque dissolution, ainsi que la pesanteur spécifique donnée à l'eau par une quantité diverse du même sel. Il faudra dresser des tables de ces différens états; elles deviendront très-utiles pour les chimistes comme pour les manufacturiers.

37. En comparant les principaux genres de dissolubilité connue dans les sels, on peut remarquer que les uns ne se dissolvent pas dans plusieurs milliers de fois leur poids d'eau; on les regarde communément comme *indissolubles;* que les autres exigent plusieurs centaines de fois leur poids d'eau; on les dit *difficiles* à dissoudre ou peu *dissolubles;* que plusieurs n'en demandent que vingt, à trente ou quarante fois leur poids; ce sont les sels *dissolubles moyennement;* enfin qu'un assez grand nombre se dissolvent dans quatre à six parties d'eau; ceux-là sont *bien dissolubles;* et que quelques-uns se fondent dans leur poids, moins que leur poids et même moitié de leur poids d'*eau;* ce sont les plus *dissolubles.* Toutes ces dénominations et les phénomènes qu'elles représentent s'appliquent en général à l'eau portée à la température moyenne dans nos climats; c'est-à-dire à 12,5. degrés du thermomètre centigrade.

38. On peut suivre une même série générale de dissolubilité variée par rapport à la chaleur de l'eau, pour les sels qui sont plus dissolubles à chaud qu'à froid. Il en est chez lesquels cette différence est à peine sensible; d'autres où elle croit dans une proportion très-rapide, où elle double, par

exemple; il en est enfin quelques-uns qui sont incomparablement plus dissolubles à chaud qu'à froid, de sorte qu'il y a, par exemple, un rapport aussi grand que de six à un pour leur plus grande dissolution dans l'eau chaude que dans l'eau froide. Il n'y a pas lieu de douter que des expériences faites avec précision sur un grand nombre de ces différences qui ne sont pas connues, seront d'une utilité réelle pour la science, et conduiront même à des vérités qu'il n'est pas permis de soupçonner encore.

ARTICLE XIV.

Tableau des sels disposés d'après leurs attractions, et distingués par des caractères spécifiques.

1. Quelque méthodique que j'aie tâché de rendre l'histoire des sels, au milieu des longs détails qui la constituent, on a pu perdre la continuité du fil qui m'a dirigé dans leur classification et leur disposition. Pour rendre plus marquée et plus saillante cette méthode, que je regarde comme la seule manière d'etudier désormais et de pouvoir retenir les propriétés des matières salines aujourd'hui si nombreuses et qui le deviendront encore davantage, je crois necessaire de retracer leur arrangement méthodique dans un cadre plus petit, et d'ajouter à chaque espèce en particulier quelques-unes des propriétés qui peuvent servir à la distinguer de toutes les autres. C'est un essai de la marche et des descriptions de Linné, appliquées à une des parties de la chimie qui parait à la vérité en être le plus susceptible et en avoir en même temps le plus besoin.

2. Il faut remarquer, pour bien concevoir les détails qui

vont suivre, que je n'ai pris pour caractères génériques qu'une ou deux propriétés parmi les plus saillantes et les plus prononcées, que cette où ces propriétés se retrouvant dans toutes les espèces du genre, il ne faut pas oublier qu'elles peuvent devenir par rapport aux espèces d'un autre genre des caractères spécifiques ou distinctifs, que ceux qui sont placés dans l'exposé de chaque espèce, supposent toujours la notion préliminaire du caractère générique et ne doivent servir à la rigueur que pour distinguer entre elles les espèces de ce genre; que c'est pour cela que plusieurs fois les espèces qui se correspondent par l'identité des bases dans des genres, ont des caractères analogues, tirés des propriétés de ces bases qui ne peuvent alors servir à distinguer ces espèces entre elles que par leurs caractères génériques. Il est très-rare qu'une espèce présente une propriété chimique qui lui appartienne exclusivement.

3. Je ferai observer, à cette occasion, que la méthode des descriptions linnéenes, si utiles à l'étude de l'histoire naturelle par leur précision, leur clarté, les *caractères prononcés* et saillans qu'elles présentent quand elles sont bien faites, est tellement importante dans son application à la chimie, que cette science doit en attendre un perfectionnement bien desirable dans son étude. Quelques auteurs modernes ont déja essayé ce langage linnéen, ce laconisme descriptif dans l'anatomie; mais aucun chimiste n'a encore fait un pareil essai ni pour la théorie, ni pour la pratique de la science chimique. Celui que je vais offrir ici pourra faire concevoir les avantages qu'il y á lieu d'espérer de ce mode de décrire les propriétés qui tiennent à la nature et aux attractions intimes des principes des corps.

4. ——— GENRE I.

Sulfates.

Caractères génériques. Donnant des sulfures quand on les fait rougir avec le charbon ; abondamment précipitables par la dissolution de barite.

ESPÈCE 1.

Sulfate de barite.

Caractères spécifiques. Très-pesant, insipide, indissoluble ; fréquent dans la nature ; indécomposable par les acides et les alcalis simples ; le plus permanent des sels ; vénéneux.

ESPÈCE 2.

Sulfate de potasse.

C. S. Amer, soluble, donnant du nitrate de potasse avec l'acide nitrique, et du sulfate de chaux avec le nitrate et le muriate calcaires ; purgatif ; imitant la porcelaine après sa fusion.

ESPÈCE 3.

Sulfate acide de potasse.

C. S. Aigre, très-fusible, perdant son acide par un grand feu.

ESPÈCE 4.

Sulfate de soude.

C. S. Saveur fraîche et amère ; s'effleurissant à l'air ; ne précipitant ni par l'ammoniaque ni par la chaux ; purgatif fondant.

ESPÈCE 5.

Sulfate de strontiane.

C. S. Pesant, insipide, indissoluble; souvent fossile avec le sulfate de barite; en différant par la couleur pourpre qu'il donne à la flamme du chalumeau, par la décomposition qu'en opèrent les alcalis fixes, et parce qu'il n'est pas vénéneux.

ESPÈCE 6.

Sulfate de chaux.

C. S. Insipide, fréquent dans la terre et dans les eaux qu'il rend dures; bien cristallisé par la nature; peu soluble; précipitant par l'acide oxalique et par la barite; formant le plâtre par la calcination.

ESPÈCE 7.

Sulfate d'ammoniaque.

C. S. Acre, amer, cristallisable, volatil; devenant acidule par le feu; dégageant l'ammoniaque par la chaux.

ESPÈCE 8.

Sulfate de magnésie.

C. S. Très-amer, très-cristallisable; précipitant par la chaux, à moitié par l'ammoniaque; point du tout par les carbonates de potasse et d'ammoniaque; purgatif.

ESPÈCE 9.

Sulfate ammoniaco-magnésien.

C. S. Moins dissoluble que les deux précédens; se cristallisant

plus vite ; donnant par les alcalis fixes un précipité magnésien et de l'ammoniaque volatilisée.

ESPÈCE 10.

Sulfate de glucine.

C. S. Douceâtre et sucré ; précipitable par la barite, par tous les alcalis dont l'excès redissout le précipité ; celui-ci bien dissoluble dans le carbonate d'ammoniaque.

ESPÈCE 11.

Sulfate d'alumine, saturé ou acide.

C. S. Saveur styptique ; non cristallisable, formant gelée ; précipitable par la potasse et la soude dont l'excès redissout la terre.

ESPÈCE 12.

Sulfate acide d'alumine et de potasse.

C. S. Saveur styptique, forme octaédrique ; donnant du pyrophore, lorsqu'on le calcine avec les matières végétales ; astringent.

ESPÈCE 13.

Sulfate saturé d'alumine triple.

C. S. Indissoluble, insipide, terreux, ou cristallisé en cubes ; montrant des traces de potasse et d'ammoniaque comme le précédent, et ne donnant pas de pyrophore.

ESPÈCE 14.

Sulfate de zircone.

C. S. Pulvérulent ou en petites aiguilles ; friable, insipide, décom-

posable par la chaleur de l'eau bouillante qui en précipite la base ; indissoluble si ce n'est à l'aide de l'acide sulfurique.

5. ——————— GENRE II.

Sulfites.

Caractères génériques. Donnant du soufre et devenant sulfates au feu ; exhalant avec efflorescence et pétillement l'odeur de soufre, brûlant par le contact des acides sulfurique, nitrique, muriatique, etc. ; se changeant en sulfates par une longue exposition à l'air quand ils sont secs, et très-promptement quand ils sont en dissolution.

ESPÈCE 15.

Sulfite de barite.

C. S. Pulvérulent, aiguillé ou tétraèdre ; très-pesant ; peu sapide ; indissoluble, excepté dans un excès d'acide sulfureux.

ESPÈCE 16.

Sulfite de chaux.

C. S. Pulvérulent, ou en prismes à six pans avec des pyramides à six faces très-allongées ; peu sapide ; long-temps conservable à l'air sous sa forme sèche ; peu dissoluble, moins que le sulfate de chaux.

ESPÈCE 17.

Sulfite de potasse.

C. S. En aiguilles rayonnées ou lames rhomboïdales ; saveur piquante sulfureuse ; décrépitant au feu ; efflorescent ; sa dissolution absorbant promptement le gaz oxigène, et formant une pellicule de sulfate à l'air ; très-dissoluble ; décomposant les sulfates dissolubles.

ESPÈCE 18.

Sulfite de soude.

C. S. Prismes à quatre pans, sommets dièdres; saveur fraîche, sulfureuse; fusion aqueuse; efflorescent ou dissoluble; cristallisé par le refroidissement; le plus chargé d'eau de cristallisation.

ESPÈCE 19.

Sulfite de strontiane.

C. S. Inconnu.

ESPÈCE 20.

Sulfite d'ammoniaque.

C. S. Prismatique; saveur fraîche et piquante; devenant acide par la sublimation; déliquescent; le plus promptement changé en sulfate par l'air.

ESPÈCE 21.

Sulfite de magnésie.

C. S. Forme de tétraèdres surbaissés; se ramollissant en mucilage au feu; se boursoufflant beaucoup par la calcination, perdant par le feu son acide sulfureux tout entier, et laissant la magnésie pure.

ESPÈCE 22.

Sulfite ammoniaco-magnésien.

C. S. Cristallisable; donnant au feu du sulfite acide d'ammoniaque sublimé, de l'acide sulfureux, et laissant de la magnésie calcinée.

ESPÈCE 23.

Sulfite de glucine.

C. S. Inconnu.

ESPÈCE 24.

Sulfite d'alumine.

C. S. Poudre blanche onctueuse; pétillant avec l'eau; peu dissoluble même dans un excès de son acide; sa dissolution acide donnant cependant à l'air une pellicule tenace et ductile de sulfate.

ESPÈCE 25.

Sulfite de zircone.

C. S. Inconnu.

6. ——— GENRE III.

Nitrates.

Caractères génériques. Donnant du gaz oxigène impur et mêlé d'azote par l'action du feu qui les réduit à leurs bases; répandant une vapeur blanche par l'acide sulfurique concentré; enflammant tous les corps combustibles à une température rouge.

ESPÈCE 26.

Nitrate de barite.

C. S. Cristallisable en octaèdres; très-dissoluble; le seul corps qui donne la barite pure par une forte calcination; le seul nitrate qui précipite abondamment et forme un dépôt insoluble par l'acide sulfurique; vénéneux.

ESPÈCE 27.

Nitrate de potasse.

C. S. Prismatique; d'une saveur fraîche; inaltérable à l'air; très-fusible; se refroidissant beaucoup avec l'eau; donnant un précipité salin et cristallisé par l'acide oxalique.

ESPÈCE 28.

Nitrate de soude.

C. S. Rhomboïdal; un peu déliquescent à l'air; ne donnant pas de dépot cristallisé par l'acide oxalique.

ESPÈCE 29.

Nitrate de strontiane.

C. S. Se cristallisant comme le nitrate de barite; donnant sa base très-pure par la calcination; rougissant la flamme du chalumeau, des bougies, de l'alcool; précipitable par les alcalis fixes; non vénéneux.

ESPÈCE 30.

Nitrate de chaux.

C. S. Très-déliquescent; très-âcre; précipitable par l'acide sulfurique et par l'acide oxalique; décomposant les sulfates de potasse, de soude, d'ammoniaque.

ESPÈCE 31.

Nitrate d'ammoniaque.

C. S. Acre, amer, brillant, satiné, déliquescent; s'enflammant

seul dans des vaisseaux fermés, et donnant de l'eau pour produit avec une portion d'acide nitrique non décomposé.

ESPÈCE 32.

Nitrate de magnésie.

C. S. Se cristallisant difficilement ; ne donnant pas de précipité par le carbonate de potasse saturé ; se déposant promptement en cristaux triples de sa dissolution quand on y ajoute celle du nitrate d'ammoniaque.

ESPÈCE 33.

Nitrate ammoniaco-magnésien.

C. S. Très-cristallisable ; précipitant sa magnésie par l'alcali fixe, et dégageant de l'ammoniaque en même temps.

ESPÈCE 34.

Nitrate de glucine.

C. S. Saveur douceâtre et sucrée, mêlée d'un peu d'âpreté ; précipitable par toutes les bases, excepté l'alumine et la zircone ; formant, par l'ammoniaque, un précipité que le carbonate d'ammoniaque redissout.

ESPÈCE 35.

Nitrate d'alumine.

C. S. Non cristallisable ; saveur styptique ; forme de gelée ; donnant, par l'ammoniaque, un précipité que les alcalis fixes redissolvent.

ESPÈCE 36.

Nitrate de zircone.

C. S. Inconnu.

7. ——————— GENRE IV.

Nitrites.

Caractères génériques. Obtenus en chauffant et décomposant à moitié les nitrates par le feu ; répandant une vapeur orangée d'acide nitreux par l'acide sulfurique, et même par l'acide nitrique.

ESPÈCE 37. *Nitrite de barite.*
38. *Nitrite de potasse.*
39. *Nitrite de soude.*
40. *Nitrite de strontiane.*
41. *Nitrite de chaux.*
42. *Nitrite d'ammoniaque.*
43. *Nitrite de magnésie.*
44. *Nitrite ammoniaco-magnésien.*
45. *Nitrite de glucine.*
46. *Nitrite d'alumine.*
47. *Nitrite de zircone.*

Trop peu connus encore comme espèces, pour qu'il me soit permis d'en donner des caractères spécifiques ; mais on sent bien que pour déterminer chaque espèce, une fois son genre reconnu, la seule action du feu qui laisserait sa base pure et isolée, suffirait à ce genre de recherches.

8. ——————— GENRE V.

Muriates.

Caractères génériques. Donnant, par l'acide sulfurique concentré, une vapeur blanche d'acide muriatique, qui se dégage avec pétillement et effervescence ; donnant par l'acide nitrique du gaz acide muriatique oxigéné ; les plus volatils et les moins décomposables des sels par le feu.

ESPÈCE 48.

Muriate de barite.

C. S. Donnant de larges et belles tables cristallines à biseaux ; répandant une vapeur épaisse et formant tout à-la-fois un lourd et abondant précipité par l'acide sulfurique ; extrêmement fondant et vénéneux.

ESPÈCE 49.

Muriate de potasse.

C. S. Forme cubique ; saveur amère et salée ; formant un précipité cristallin par l'acide oxalique ; purgatif et fébrifuge.

ESPÈCE 50.

Muriate de soude.

C. S. Forme cubique ; saveur salée agréable ; c'est le seul qui la présente dans la nombreuse tribu des sels ; décrépitant au feu ; ne donnant pas de cristaux précipités par l'acide oxalique ; assaisonnement naturel des alimens de l'homme et de beaucoup d'animaux.

ESPÈCE 51.

Muriate de strontiane.

C. S. Forme semblable à celle du muriate de barite ; en différant par la précipitation qu'en opèrent les alcalis, par la couleur pourpre qu'il donne aux flammes, et parce qu'il n'est pas vénéneux.

ESPÈCE 52.

Muriate de chaux.

C. S. Cristallisable en masse avec beaucoup de chaleur ; très-déliquescent, très-âcre ; précipitant abondamment par les acides sulfurique et oxalique ; décomposant les sulfates de potasse et de soude par attractions doubles nécessaires ; très-fondant, très-purgatif.

ESPÈCE 53.

Muriate d'ammoniaque.

C. S. Volatil, sublimable ; donnant l'ammoniaque en vapeur par la barite, la strontiane, la chaux, la potasse et la soude ; produisant beaucoup de froid avec l'eau ; tonique, fondant, excitant, fébrifuge.

ESPÈCE 54.

Muriate de magnésie.

C. S. Se cristallisant difficilement ; ne précipitant pas par les carbonates alcalins saturés à froid ; donnant par l'ammoniaque un précipité insoluble dans les alcalis caustiques.

ESPÈCE 55.

Muriate ammoniaco-magnésien.

C. S. Bien cristallisable ; donnant tout à-la-fois et un précipité

insoluble par les alcalis fixes, et une vapeur ammoniacale très-forte.

ESPÈCE 56.

Muriate de glucine.

C. S. Saveur douce, sucrée, légèrement astringente; précipité par les alcalis soluble dans le carbonate d'ammoniaque, et reparaissant par l'action de la chaleur.

ESPÈCE 57.

Muriate d'alumine.

C. S. Non cristallisable; gélatiniforme; d'une saveur austère; décomposable par un grand feu; formant un précipité bien dissoluble dans un excès d'alcali fixe.

ESPÈCE 58.

Muriate de zircone.

C. S. Forme aiguillée; saveur austère; donnant facilement son acide par le feu; déliquescent; très-dissoluble; se précipitant en sulfate ou phosphate de zircone par les acides sulfurique ou phosphorique.

ESPÈCE 59.

Muriate de silice.

C. S. Permanent seulement sous la forme liquide et à la température froide; décomposable par la chaleur qui en précipite la silice en poussière blanche; prenant souvent à froid la forme de gelée.

9. ——————— GENRE VI.

Muriates suroxigénés.

Caractères génériques.. Donnant du gaz oxigène très-pur par l'action du feu et repassant à l'état de muriates ; les acides puissans en chassent avec bruit ou explosion l'acide muriatique suroxigéné ; enflammant même spontanément et avec fulguration les corps combustibles.

ESPÈCE 60.

Muriate suroxigéné de barite.

C. S. Inconnu.

ESPÈCE 61.

Muriate suroxigéné de potasse.

C. S. Forme de rhomboïde obtus ; très-transparent ; très-fragile ; pétillant et phosphorique par le frottement ; enflammant fortement le charbon allumé sur lequel on le place ; laissant du muriate de potasse après l'action du feu.

ESPÈCE 62.

Muriate suroxigéné de soude.

C. S. Prismatique ; allumant moins les charbons que le précédent ; moins fixe ; laissant, après la calcination, du muriate de soude pur.

ESPÈCE 63.

Muriate suroxigéné de strontiane.

C. S. Inconnu.

ESPÈCE 64.

Muriate suroxigéné de chaux.

C. S. Styptique douceâtre ; peu durable.

ESPÈCE 65.

Muriate suroxigéné de magnésie.

C. S. Inconnu.

ESPÈCE 66.

Muriate suroxigéné de glucine.

C. S. Inconnu.

ESPÈCE 67.

Muriate suroxigéné d'alumine.

C. S. Inconnu.

ESPÈCE 68.

Muriate suroxigéné de zircone.

C. S. Inconnu.

10. ——— GENRE VII.

Phosphates.

Caractères génériques. Ne donnant point de phosphore quand on les chauffe avec le charbon ; fusibles en verres opaques ou transparens ; phosphorescens à une haute température ; solubles dans l'acide nitrique sans effervescence ; précipitables de cette dissolution par l'eau de chaux.

ESPÈCE 69.

Phosphate de barite.

C. S. Peu soluble ; pulvérulent ; insipide.

ESPÈCE 70.

Phosphate de chaux.

C. S. Indissoluble, insipide ; formant une sorte de porcelaine à un grand feu ; existant dans la nature sous des formes pierreuse, cristalline et gemme ; dissoluble dans l'acide phosphorique ; passant à l'état d'acidule par les autres acides.

ESPÈCE 71.

Phosphate acidule de chaux.

C. S. Saveur aigre ; forme d'écailles nacrées ; dissoluble ; non décomposable par les acides.

ESPÈCE 72.

Phosphate de strontiane.

C. S. Indissoluble ; rougissant la flamme du chalumeau ; décomposable par la chaux et la barite.

ESPÈCE 73.

Phosphate de potasse.

C. S. Non cristallisable ; déliquescent ; donnant, avec l'eau de chaux, un précipité dissoluble dans les acides sans effervescence.

ESPÈCE 74.

Phosphate de soude.

C. S. Bien cristallisable; efflorescent; très-fusible au chalumeau; donnant un verre opaque par le refroidissement; donnant le même précipité que le précédent par l'eau de chaux; prenant facilement un excès de soude; purgatif.

ESPÈCE 75.

Phosphate d'ammoniaque.

C. S. Cristallisable; décomposable par le feu, qui le fond en un verre acide et transparent; donnant du phosphore par le charbon.

ESPÈCE 76.

Phosphate de soude et d'ammoniaque.

C. S. Existant dans les humeurs animales; très-cristallisable; donnant tout à-la-fois un précipité insoluble et une vapeur ammoniacale par la chaux.

ESPÈCE 77.

Phosphate de magnésie.

C. S. Cristallisable; d'une saveur douceâtre; peu dissoluble; s'unissant, quoique bien neutre et saturé, à l'ammoniaque en une espèce de sel triple; existant dans l'urine humaine.

ESPÈCE 78.

Phosphate ammoniaco-magnésien.

C. S. Peu soluble; peu sapide; souvent déposé en couches

spathiques blanches dans les calculs vésicaux humains ; donnant une vapeur ammoniacale et de la magnésie libre par le contact des alcalis caustiques.

ESPÈCE 79.

Phosphate de glucine.

C. S. Douceâtre ; donnant par la chaux un précipité soluble dans le carbonate d'ammoniaque.

ESPÈCE 80.

Phosphate d'alumine.

C. S. Epais, gélatineux ; précipité donné par toutes les bases, redissous par les alcalis caustiques.

ESPÈCE 81.

Phosphate de zircone.

C. S. Inconnu.

ESPÈCE 82.

Phosphate de silice.

C. S. Vitreux ; insipide, insoluble, permanent, imitant une gomme ; ne devenant soluble dans les acides qu'après avoir été fondu dans quatre fois son poids d'alcali.

11. ——— GENRE VIII.

Phosphites.

Caractères génériques. Répandant une flamme phosphorescente quand on les chauffe ; donnant un peu de phosphore à un grand feu, et repassant ainsi à l'état de phosphates moins abondans qu'ils ne l'étaient d'abord.

ESPÈCE 83.

Phosphite de chaux.

C. S. En poussière bien neutre ; aiguillé quand il est acide ; indécomposable par aucune base.

ESPÈCE 84.

Phosphite de barite.

C. S. En poudre insipide ; très-lumineux au chalumeau ; acidule plus dissoluble que celui de chaux ; sa dissolution se trouble par l'eau de chaux.

ESPÈCE 85.

Phosphite de strontiane.

C. S. Inconnu.

ESPÈCE 86.

Phosphite de magnésie.

C. S. Insipide, en flocons, ou en très-petits tétraèdres ; efflorescent ; peu soluble.

ESPÈCE 87.

Phosphite de potasse.

C. S. Prisme droit à quatre pans avec un sommet dièdre ; saveur piquante et salée ; très-peu lumineux au chalumeau ; peu déliquescent ; très-dissoluble plus à chaud ; précipité par les solutions de chaux, de barite, de strontiane.

ESPÈCE 88.

Phosphite de soude.

C. S. Prisme à quatre pans avec une pyramide à quatre faces ; légèrement efflorescent ; pas plus dissoluble à chaud.

ESPÈCE 89.

Phosphite d'ammoniaque.

C. S. Donnant, au chalumeau, de fortes étincelles et des flammes phosphoriques avec un anneau blanc vaporeux ; fournissant du gaz hidrogène phosphoré à la distillation.

ESPÈCE 90.

Phosphite ammoniaco-magnésien.

C. S. Réunissant à la propriété faible du précédent, celle de donner du sulfate de magnésie avec l'acide sulfurique.

ESPÈCE 91.

Phosphite d'alumine.

C. S. Styptique, d'une consistance gommeuse ; se boursoufle et se gonfle au feu.

ESPÈCE 92.

Phosphite de glucine.

C. S. Inconnu.

ESPÈCE 93.

Phosphite de zircone.

C. S. Inconnu.

12. ——————— GENRE IX.

Fluates.

Caractères génériques. Sels très-faibles et donnant, par l'acide sulfurique concentré, une vapeur qui ronge le verre et qui précipite par l'eau.

ESPÈCE 94.

Fluate de chaux.

C. S. Insipide, indissoluble, spathique, imitant le verre dans la nature; phosphorescent; dissoluble dans l'acide nitrique et muriatique, et formant ensuite un précipité insoluble par l'acide oxalique.

ESPÈCE 95.

Fluate de barite.

C. S. Très-dissoluble et cristallisable; précipitant en cristaux par l'acide oxalique; précipitable par l'acide sulfurique et par les carbonates alcalins.

ESPÈCE 96.

Fluate de strontiane.

C. S. Inconnu.

ESPÈCE 97.

Fluate de magnésie.

C. S. Précipitant en nuage par l'ammoniaque et non par les carbonates alcalins saturés.

ESPÈCE 98.

Fluate de potasse.

C. S. Sous forme de gelée ; très-dissoluble ; précipitable par l'eau de chaux ; donnant, avec l'acide oxalique, un précipité soluble.

ESPÈCE 99.

Fluate de potasse silicé.

C. S. Laisse, par un grand feu, de la potasse silicée.

ESPÈCE 100.

Fluate de soude.

C. S. Se cristallisant en cubes ; saveur salée, âcre ; précipitable par l'eau de chaux et non par l'acide oxalique.

ESPÈCE 101.

Fluate de soude silicé.

C. S. Laissant, par la vitrification, de la soude silicée.

ESPÈCE 102.

Fluate d'ammoniaque.

C. S. Décomposable par la chaleur, même par la silice ; dégageant de l'ammoniaque par toutes les bases.

ESPÈCE 103.

Fluate ammoniaco-magnésien.

C. S. Précipitant tout à la fois de la magnésie et exhalant une vapeur ammoniacale par les alcalis fixes.

ESPECE 104.

Fluate ammoniaco-silicé.

C. S. Donnant un précipité de silice quand on chauffe sa dissolution.

ESPECE 105.

Fluate de glucine.

C. S. Saveur douce sucrée; précipité, formé par les alcalis, dissoluble dans le carbonate d'ammoniaque.

ESPECE 106.

Fluate d'alumine.

C. S. Forme gélatineuse; saveur austère; donnant, par l'ammoniaque, un précipité soluble dans les alcalis fixes caustiques.

ESPECE 107.

Fluate de zircone.

C. S. Inconnu.

ESPECE 108.

Fluate de silice.

C. S. Le seul sel silicé cristallisable; à moitié décomposable par l'eau qui en sépare la silice.

12. ——— GENRE X.

Borates.

Caractères génériques. Tous fusibles en verre; leurs dissolutions

concentrées donnent, par l'addition des acides sulfurique, nitrique, muriatique, etc., des cristaux lamelleux, brillans et nacrés d'acide boracique.

ESPECE 109.

Borate de chaux.

C. S. Incristallisable, insipide, insoluble; sa dissolution, dans les acides, donnant un précipité par l'acide oxalique.

ESPECE 110.

Borate de barite.

C. S. Soluble et donnant un précipité abondant par l'acide sulfurique.

ESPECE 111.

Borate de strontiane.

C. S. Inconnu.

ESPECE 112.

Borate de magnésie.

C. S. Insoluble; indécomposable par les alcalis; donnant du sulfate magnésien avec l'acide sulfurique.

ESPECE 113.

Borate magnésio-calcaire.

C. S. Scintillant avec le briquet; rayant le verre; très-reconnaissable dans la nature par sa forme subcubique, ses bords, ses angles incomplets, et sa propriété électrique.

ESPECE 114.

Borate de potasse.

C. S. Donnant un précipité cristallin avec l'acide oxalique.

ESPECE 115.

Borate de soude.

C. S. Point de précipité avec l'acide oxalique; absorbant de la soude.

ESPECE 116.

Borate sursaturé de soude.

C. S. Alcalin, verdissant les couleurs bleues végétales; absorbant de l'acide boracique.

ESPECE 117.

Borate d'ammoniaque.

C. S. Donnant de l'ammoniaque au feu et se fondant en verre acide.

ESPECE 118.

Borate ammoniaco-magnésien.

C. S. Donnant de l'ammoniaque au feu sans se fondre, et du sulfate de magnésie avec l'acide sulfurique.

ESPECE 119.

Borate de glucine.

C. S. Inconnu.

ESPECE 120.

Borate d'alumine.

Ø. S. Peu soluble; précipitant par les alcalis.

ESPECE 121.

Borate de zircone.

C. S. Donnant un verre jaunâtre au chalumeau; peu connu.

ESPECE 122.

Borate de silice.

C. S. Vitreux; insipide; insoluble; inaltérable à l'air.

13. ——— GENRE XI.

Carbonates.

Caractères génériques. Conservant tous quelques propriétés alcalines légères; ils font, avec tous les acides, une effervescence vive et rapide, qui n'est point accompagnée de fumée blanche.

ESPECE 123.

Carbonate de barite.

C. S. Indécomposable par le feu qui ne peut en séparer l'acide carbonique; perdant son acide, quand on le calcine avec du charbon; vénéneux.

ESPECE 124.

Carbonate de strontiane.

C. S. Se comportant au feu comme celui de barite ; donnant à la flamme une couleur purpurine ; non vénéneux.

ESPECE 125.

Carbonate de chaux.

C. S. Insipide, dissoluble par l'acide carbonique ; donnant de la chaux par le feu.

ESPECE 126.

Carbonate de potasse.

C. S. Bien cristallisable ; peu altérable à l'air ; ne précipitant pas les sels magnésiens à froid.

ESPECE 127.

Carbonate de soude.

C. S. Efflorescent à l'air ; décomposant les sels magnésiens à froid.

ESPECE 128.

Carbonate de magnésie.

C. S. Se cristallisant en prismes à six pans ; efflorescent ; décomposable par les alcalis.

ESPECE 129.

Carbonate d'ammoniaque.

C. S. Volatil, odorant, non décomposable par la chaleur.

ESPECE 130.

Carbonate ammoniaco-magnésien.

C. S. Donnant tout à la fois l'odeur ammoniacale et la magnésie pure par les alcalis fixes caustiques.

ESPECE 131.

Carbonate de glucine.

C. S. En poudre pelotonée et grasse ; insipide ; facile à calciner ; indissoluble même par son propre acide ; dissoluble dans l'ammoniaque à mesure que celle-ci passe à l'état de carbonate.

ESPECE 132.

Carbonate d'alumine.

C. S. Perdant à l'air et par la simple désiccation, la plus grande partie de l'acide carbonique qu'il a reçu par la voie humide.

ESPECE 133.

Carbonate de zircone.

C. S. Pulvérulent, insipide, insoluble, excepté dans les carbonates alcalins qui le dissolvent tous, et semblent former avec lui des sels triples.

ESPECE 134.

Carbonate ammoniaco-zirconien.

C. S. Plus dissoluble que le carbonate de zircone ; sa dissolution chauffée dégage du carbonate ammoniacal, se trouble et dépose du carbonate de zircone ; non précipitable par l'ammoniaque.

14. En caractérisant les cent trente-quatre espèces bien distinctes de sels et par leur disposition respective, et par des propriétés spécifiques prononcées autant que certaines, j'ai voulu faire voir que leur ordonnance et leur classification en genres et en espèces, à la manière des botanistes et des naturalistes, pouvait offrir pour l'étude de la chimie une méthode aussi précise et aussi facile que celle qu'on a établie pour l'étude des plantes et des animaux. Il manquerait cependant quelque chose encore à ce tableau, si je le bornais à la seule exposition de la classification que j'ai suivie dans l'histoire des sels, et si je n'offrais pas à sa suite une esquisse d'une autre marche et la possibilité de traiter méthodiquement cet objet suivant un ordre différent.

15. On a vu par tous les détails précédens pourquoi j'ai préféré de former les genres des sels d'après les acides; mais j'ai annoncé qu'il n'était pas impossible de les établir d'après les bases, et que plusieurs chimistes avaient adopté ce mode. Moi-même, aux premières années de mes démonstrations, il y a vingt ans, je désignais les genres suivant les bases. En présentant ici cette méthode opposée à la première, pour faire mieux ressortir les avantages de celle que j'ai préférée, il me suffira de donner les caractères des genres; j'y trouverai d'ailleurs le moyen de multiplier les caractères de nos véritables espèces salines, car on sent bien que chaque genre fondé ici sur une base salifiable, deviendra une représentation exacte des caractères existans dans toutes les espèces dont cette base détermine la différence pour les genres établis d'après les acides.

16. En admettant les bases pour détermination des genres de sels, il y aura dix genres de sels différens; car on ne peut pas en faire un de la silice qui ne donne que deux ou trois combinaisons peu permanentes ou très-peu salines avec les acides. En disposant ensuite ces dix genres d'après le principe déja reçu de l'attraction des bases pour les acides et en

partant de la plus forte pour se rendre jusqu'à la plus faible, on a :

1°. Le genre des sels à base de barite ;
2°. Celui des sels à base de potasse ;
3°. Les sels de soude ;
4°. Les sels de strontiane ;
5°. Les sels de chaux ou calcaires ;
6°. Les sels ammoniacaux ou à base d'ammoniaque ;
7°. Les sels magnésiens ou à base de magnésie ;
8°. Les sels de glucine ;
9°. Les sels d'alumine ;
10°. Les sels de zircone.

Voici comment on peut caractériser chacun de ces genres.

17. Les sels à base de *barite* sont les plus solides, les plus difficiles à décomposer ; la saveur, la dissolubilité, la forme y varie tellement qu'on ne peut y puiser aucun caractère générique ; tous sont plus ou moins vénéneux, presque tous sont indécomposables par le feu, si l'on en excepte les nitrate, nitrite, sulfite, phosphate et muriate suroxigéné, dont les acides se décomposent totalement ou partiellement par la chaleur. On les décompose tous par les carbonates de potasse, de soude et d'ammoniaque.

18. Les sels à base de *potasse* sont tous sapides et dissolubles, presque tous cristallisables ; le feu les fond, les calcine, les vitrifie, ou les décompose et les réduit à leur base. Ils sont presque tous amers purgatifs, fondans, diurétiques. Parmi les bases, la barite est la seule qui les décompose généralement ; la chaux en décompose quelques-uns, mais rarement. On en sépare souvent les élémens par le jeu des attractions électives doubles ; et c'est sur-tout à l'aide des sels calcaires qu'on obtient ces décompositions.

19. Les sels à base de *soude* ont beaucoup de propriétés communes avec les précédens. En en formant un genre, on y trouve, comme dans les derniers, une saveur constamment

piquante, amère, salée, une cristallisation plus ou moins facile, beaucoup plus communément de l'efflorescence à l'air, une fusion aqueuse, un dessèchement, une calcination qui précède la fusion ignée, plus d'eau de cristallisation, cause des deux dernières propriétés. Un caractère bien tranché les distingue des sels à base de potasse; décomposables comme eux par la barite, ils le sont de plus par la potasse qui a plus d'attraction que la soude pour les acides.

20. Les sels de *strontiane* n'ont rien de commun entre eux dans la forme, la saveur, la dissolubilité; les uns sont indissolubles et insipides, les autres sont très-dissolubles et très-âcres. Ils varient également dans la manière dont le feu et l'air les altèrent. Mais tous sont décomposables par la barite, la potasse et la soude; et il n'y a qu'eux qui ne le soient que par ces trois bases indifféremment.

21. Les sels *calcaires*, non caractérisables comme genre par la forme, la saveur, la dissolubilité, ni par l'action du feu et de l'air sur eux, puisque ces propriétés y varient suivant les espèces ou suivant les acides divers qui y sont unis à la chaux, ne peuvent être exactement reconnus que comme décomposables par la barite, la potasse, la soude et la strontiane. Ces bases dissoutes dans l'eau et versées dans des dissolutions de sels calcaires y forment constamment un précipité de chaux. On les reconnaît encore en ce qu'ils sont tous décomposés et précipités en un sel insoluble par l'acide oxalique, espèce d'acide végétal qui a pour la chaux l'attraction la plus forte, et qui l'enlève à tous les autres acides.

22. Les sels *ammoniacaux* ont plus de caractères distinctifs dépendans de leur base que la plus grande partie des sels précédens. Presque tous avec une saveur âcre, piquante, amère, une dissolubilité assez marquée, sont volatils et sublimables par le feu; ceux qui ne se volatilisent point ainsi se décomposent, laissent aller leur base, leur ammoniaque seule, en tout ou en partie, et deviennent ainsi des sels acidules ou

se réduisent à leur acide pur. D'ailleurs on en dégage à froid et par le seul contact la base, si reconnaissable à son odeur vive, à l'aide de la barite, de la potasse, de la soude, de la strontiane et de la chaux.

23. Les sels *magnésiens*, non constans dans leurs propriétés physiques, leur forme, leur pesanteur, etc., ont cependant en général une saveur assez généralement amère. La barite, la potasse, la soude, la strontiane et la chaux les décomposent complétement et en précipitent la base terreuse; l'ammoniaque ne les décompose que partiellement, et forme avec le reste des sels triples. On reconnaît très-sûrement un sel magnésien, en ce que sa dissolution, unie à celle d'un sel ammoniacal contenant le même acide que lui, donne presque tout-à-coup des cristaux très-promptement déposés d'un sel triple ammoniaco-magnésien.

24. Les sels à base de *glucine*, outre qu'ils sont décomposés et précipités par toutes les bases précédentes dont on vient d'indiquer les combinaisons, ont encore deux caractères propres à les distinguer de tous les autres genres possibles, parce qu'ils leur appartiennent assez exclusivement pour qu'on ne les rencontre dans aucun autre. L'un est une saveur douceâtre et comme sucrée qui a fait donner à la base terreuse le nom qu'elle porte; l'autre consiste dans la dissolution de la terre précipitée d'abord par les alcalis à l'aide du carbonate d'ammoniaque. On sépare la glucine de cette dissolution par la chaleur qui chasse le carbonate ammoniacal et qui permet alors à la glucine que ce sel tenait dissoute dans l'eau, de se précipiter sous la forme terreuse et pulvérulente.

Les sels à base d'*alumine* sont tous d'une saveur plus ou moins acerbe ou astringente, quelquefois même fortement styptique; on les reconnaît très-facilement, soit parce que toutes les bases alcalines et terreuses, excepté la zircone, les décomposent et en précipitent la base, soit et sur-tout en ce que l'alumine séparée de leur dissolution sous la forme de flocons

légers, se dissout avec une très-grande facilité dans les alcalis caustiques.

26. Enfin les sels à base de *zircone* sont les plus faibles, les plus décomposables de tous. Précipitables par la chaux comme par toutes les autres bases alcalines et terreuses, on les reconnaît très-bien de tous les autres sels et sur-tout de ceux d'alumine, en ce que leur terre séparée ne se redissout pas dans les alcalis que l'on ajoute. On sait que l'alumine s'y dissout très-bien, et que la glucine qui s'y dissout aussi est la seule base que le carbonate d'ammoniaque fasse disparaître.

ARTICLE XV.

Des actions des sels les uns sur les autres et de leurs décompositions réciproques.

1. Parmi les faits qui appartiennent aux propriétés des substances salines, il n'en est aucun qui présente plus d'intérêt à l'observateur, plus de phénomènes curieux au chimiste, plus de résultats importans aux arts et aux manufactures, que l'action réciproque qu'elles exercent les unes sur les autres. En comparant toutes les données que la science a déja permis de recueillir sur cette action réciproque, je trouve qu'elle se partage en six phénomènes différens; et comme je n'ai pas donné, dans l'histoire des espèces, tous les détails de ces phénomènes qui auraient alongé, sans beaucoup de fruit, cette histoire déja fort étendue, il m'a paru utile au moins d'en exposer, dans un article particulier, les généralités, ainsi qu'une partie des résultats qu'ils fournissent pour leurs applications aux opérations de la nature et aux procédés des arts.

2. D'abord je ferai observer que les sels n'exercent presque jamais d'action les uns sur les autres, que lorsqu'on les prend

dissous dans l'eau, au moins l'un des deux, ou qu'on ajoute de l'eau au contact réciproque de ces matières. Dans ce cas qui dispose leur réaction, on observe l'une ou l'autre des six circonstances suivantes.

A. Les dissolutions se mêlent sans aucun changement et de telle sorte qu'on puisse, par l'évaporation, les séparer l'un de l'autre aussi purs et aussi abondans qu'ils l'étaient auparavant.

B. Ou bien les deux sels s'unissent sans s'altérer réciproquement, sans changer de nature, et de manière à faire une combinaison triple lorsque ce sont, soit deux espèces du même genre, c'est-à-dire lorsqu'ils contiennent le même acide, soit deux espèces de genre différent, mais de la même base, ce qui est beaucoup plus rare.

C. Quelquefois un des sels, plus avide d'eau que l'autre, lui enlève ce liquide dissolvant et précipite la dissolution de celui-ci. Dans ce cas, tantôt une dissolution d'un sel qui n'était point disposé à se cristalliser, dépose des cristaux par l'addition d'une autre dissolution saline; tantôt, au contraire, une dissolution, au lieu de se cristalliser comme elle l'aurait fait, si elle était restée pure et sans mélange, ne donne point de cristaux et reste en liqueur.

D. Il est des sels qui se rendent réciproquement plus ou moins dissolubles par leur mêlange dans le même liquide, et qui changent ainsi, par leur contact simultané avec l'eau, les lois de leur dissolubilité. Ainsi souvent une eau saturée d'un sel devient susceptible d'en dissoudre une nouvelle proportion, lorsqu'on y a préalablement ajouté une autre substance saline.

E. Un grand nombre de sels éprouvent, par leur contact, une décomposition partielle.

F. Enfin beaucoup se décomposent entièrement ou complétement lorsqu'on les fait agir l'un sur l'autre.

3. De ces six genres d'actions dont les détails fournis sur les espèces en particulier ont offert quelques exemples bien

prononcés, mais qui n'ont point encore, à beaucoup près, été appréciés dans les rapports réciproques de toutes les espèces, parce que cette détermination demande un travail immense à peine ébauché, je choisirai spécialement la dernière comme l'objet le plus important et le plus utile à connaître, celui sur lequel il a déja été recueilli le plus de faits, celui, en un mot, qui est le plus propre à faire juger de l'état d'avancement où la science est parvenue, et du degré de perfection qu'elle doit atteindre quelque jour. A peine citait-on, il y a vingt ans, dans les cours de chimie, une douzaine d'exemples de décompositions réciproques des sels les uns par les autres, tandis qu'on en connaît aujourd'hui près de deux mille cas, et qu'il est permis d'en soupçonner un plus grand nombre encore. Aucune partie de la science n'étant plus avantageuse que celle-là pour la connaissance d'une foule de phénomènes de la nature et de l'art, je la présenterai ici avec assez de détails pour suppléer à ce qui peut manquer, à cet égard, dans les articles précédens consacrés à l'histoire particulière des espèces. J'indiquerai d'abord les principes généraux de ces décompositions salines réciproques; je donnerai ensuite, espèce par espèce, le tableau de celles qui sont ou bien connues par l'expérience, ou établies sur des présomptions bien fondées.

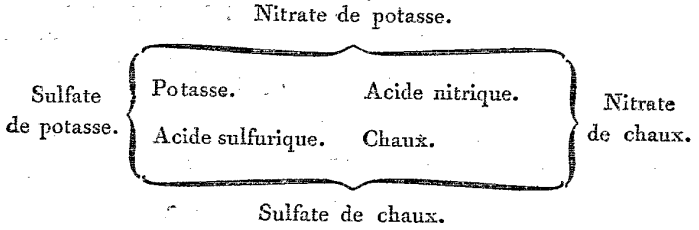
4. Toutes les fois que deux sels, différens l'un de l'autre par leur acide et leur base, se décomposent réciproquement, il se fait un échange double de base et d'acide, et il y a toujours une double attraction élective. Cependant cette attraction doit être considérée comme *superflue* ou comme *nécessaire*; elle est superflue lorsque la base de celui des sels que l'on prend pour en décomposer un autre, a plus d'attraction avec l'acide de ce dernier que n'en a la sienne propre; elle est nécessaire, au contraire, lorsque ni l'acide ni la base du sel employé à la décomposition d'un autre ne pouvant l'opérer, la réunion de leur action simultanée est indispensable pour faire réussir cette décomposition. Considérés sous ce point de vue la

plupart des doubles échanges de bases et d'acides entre les sels, ont lieu par attractions superflues, et il n'y en a qu'un petit nombre qui exigent la cumulation des forces attractives nécessaires pour être mis en activité.

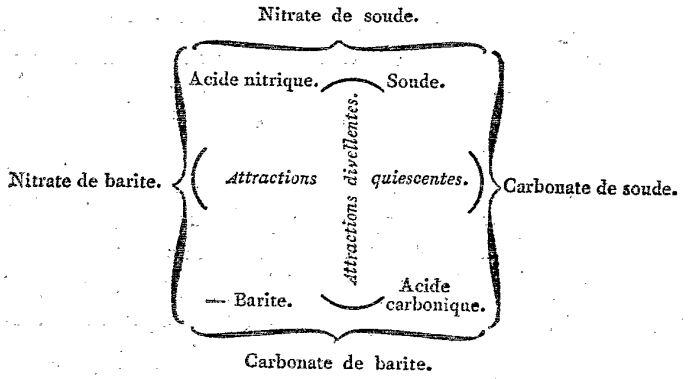
5. Pour juger les actions et sur-tout les décompositions réciproques que les sels sont susceptibles d'exercer les uns sur les autres, on a coutume de les mêler dissous dans l'eau ; ce liquide, en tenant leurs molécules écartées les unes des autres, permet à ces molécules de réagir et d'opérer entre elles l'effet que l'attraction des composans doit produire. Quoique cet effet, dans le cas des doubles décompositions, s'annonce le plus souvent par un précipité qui se forme plus ou moins promptement, comme la précipitation n'a lieu que parce qu'un des nouveaux sels formés est beaucoup moins dissoluble que l'autre et que les deux premiers existans, il y a des cas de décomposition où les sels nouveaux bien dissolubles n'abandonnent pas l'eau. Il ne faut donc pas juger, par l'absence de la précipitation, de la non-existence de cette décomposition ; mais on doit examiner les liqueurs qui restent claires, en opérer l'évaporation lente, et retirer, en les séparant l'un de l'autre, les deux sels qui existent dans la dissolution. L'eau joue donc un rôle dans ces opérations par le genre d'attraction qu'elle exerce soit sur les sels que l'on mêle avant qu'ils se décomposent réciproquement, soit sur ceux qui résultent de cette décomposition réciproque ; tantôt elle favorise ou accélère celle-ci ; tantôt elle y oppose obstacle ou retardement.

6. Bergman a donné, pour représenter le jeu et le résultat des doubles décompositions, une formule ou une espèce d'emblême qu'on peut employer avec beaucoup d'avantage pour offrir ce qui se passe dans l'effet des attractions doubles entre les sels. Il place aux deux extrémités extérieures d'un parallélogramme formé par deux accolades verticales et en regard dont les pointes sont placées en dehors, les deux sels mis en

contact. Dans chaque accolade il désigne les principes composans de chaque sel, de sorte que l'acide de l'un soit opposé à la base de l'autre. Une troisième accolade placée horizontalement en haut de la figure, expose celui des deux nouveaux sels formés qui reste en suspension ou en dissolution dans l'eau; et une quatrième, mise au bas, offre le nouveau sel formé qui se sépare ou se précipite. C'est ainsi qu'est exprimée, par exemple, la double décomposition qui a lieu entre le sulfate de potasse et le nitrate de chaux.



7. M. Kirwan, en employant la même représentation ou la même formule, y a réuni l'expression des attractions quiescentes et divellentes, pour faire voir que les dernières l'emportent sur les premières, et que la direction de chacune de ces attractions exprime, comme on le voit dans le second exemple placé ici, du nitrate de barite décomposé par le carbonate de soude.



J'ai essayé, il y a déja long temps, de faire plus encore pour la clarté et l'intelligence de ces emblêmes, en assignant pour exprimer chaque attraction chimique, des nombres différens qui pouvaient s'accorder avec l'observation, de sorte que la somme des attractions divellentes devait l'emporter sur celle des attractions quiescentes. Mais je n'ai pu faire cet essai fort vague et incertain encore, que d'après des premières données trop peu nombreuses entre quelques acides et quelques bases seulement, comme on peut le voir dans le volume de mémoires de chimie que j'ai publié en 1784. Le nombre de ces corps, singulièrement augmenté par les découvertes faites depuis cette époque, exigerait aujourd'hui l'emploi de moyens beaucoup plus exacts que ceux dont j'ai pu me servir alors pour apprécier la force relative des attractions existantes entre les acides et les bases. De simples tâtonnemens, ou des nombres convenus et arrangés d'après les rapports généraux apperçus entre ces attractions, ne suffisant plus, je n'insiste plus aujourd'hui sur l'exécution de ce plan, qui exige un autre genre de recherches beaucoup plus multipliées et beaucoup plus difficiles que celles qu'on a faites jusqu'à présent. Je me contenterai donc de présenter ici les décompositions doubles des sels qui sont venues à ma connaissance, en offrant dans un tableau les 134 espèces de sels pris dans l'ordre où je les ai décrits.

8. On y verra le nombre des doubles décompositions s'élevant à 1760, sans y comprendre cependant celles des nitrites, des muriates suroxigénés et des phosphites, que je n'ai pas pu considérer en particulier, à cause du peu de connaissances qu'on a encore recueillies sur les espèces de sels énoncées pour la première fois ici dans un ouvrage méthodique et systématique de chimie. Sur les 1760 décompositions, dont la plupart sont dues à des attractions doubles superflues, il en est un certain nombre qui n'ayant pas été bien constatées par des expériences exactes, mais seulement prévues par l'ordre des

attractions bien connues, ont été indiquées comme soupçonnées ou simplement vraisemblables, à l'aide d'un point d'interrogation placé à la suite du sel décomposant.

Le tableau qui expose ces attractions et décompositions doubles entre les sels est traité par une méthode simple et facile à concevoir. Chaque sel y est considéré, en particulier, sous des numéros correspondans à celui de l'ordre qu'il occupe dans la série des substances salines, depuis le numéro I jusqu'au numéro CXXXIV, nombre total de ces composés. L'espèce désignée est censée mise en contact avec toutes celles qui la suivent; de sorte qu'à mesure qu'on avance, le nombre de celles par lesquelles on traite successivement chaque espèce va en diminuant.

L'exposition des doubles décompositions de chaque espèce de sel est séparée de celle qui la précède par un tiret. Les numéros et les noms de l'espèce traitée dans chaque exposition sont en chiffres romains et en petites capitales, tandis que ceux des espèces décomposantes sont en chiffres arabes et en italique.

Au reste, l'inspection et la plus légère étude de ce tableau feront mieux concevoir la marche ainsi que les moyens d'abbréviation qui y sont employés, que ne le pourraient faire de longues explications préliminaires.

Tableau des doubles décompositions réciproques qui ont lieu entre les 134 *espèces des sels alcalins et terreux décrits dans cette section.*

I. SULFATE DE BARITE.

Sur les 133 espèces de sels qui viennent après lui, il n'éprouve de décomposition que de la part des deux suivans :

1. *Carbonate de potasse.*

Il se forme du . . . . . { sulfate de potasse. / carbonate de barite.

Attraction nécessaire.

2. *Carbonate de soude.*

Il se forme du . . . . . { sulfate de soude. / carbonate de barite.

Attraction nécessaire.

II. SULFATE DE POTASSE.

Est décomposé par les 14 suivans.

1. *Sulfite de barite.*

Il se forme du . . . . . { sulfite de potasse. / sulfate de barite.

Attraction superflue.

2. *Nitrate de barite.*

Il se forme du . . . . . { nitrate de potasse. / sulfate de barite.

Attraction superflue.

3. *Nitrate de strontiane.*

Il se forme du . . . . . { nitrate de potasse. / sulfate de strontiane.

Attraction nécessaire.

4. *Nitrate de chaux.*

Il se forme du . . . . . { nitrate de potasse. / sulfate de chaux.

Attraction nécessaire.

5, 6, 7.

Les trois *nitrites* de barite, de strontiane et de chaux; aux nitrates formés dans les trois exemples ci-dessus, substitués des nitrites; les sulfates précipités sont les mêmes.

8. *Muriate de barite.*

Il se forme du . . . . . { muriate de potasse. / sulfate de barite.

Attraction superflue.

9. *Muriate de strontiane.*

Il se forme du . . . . . { muriate de potasse. / sulfate de strontiane.

Attraction nécessaire.

10. *Muriate de chaux.*

Il se forme du . . . . . { muriate de potasse. / sulfate de chaux.

Attraction nécessaire.

11. *Phosphate de barite.*

Il se forme du . . . . . { phosphate de potasse. / sulfate de barite.

Attraction superflue.

12. *Phosphite de barite.*

Il se forme du . . . . . { phosphite de potasse. / sulfate de barite.

Attraction superflue.

13. *Fluate de barite.*

Il se forme du . . . . . { fluate de potasse. / sulfate de barite.

Attraction superflue.

14. *Borate de barite.*

Il se forme du . . . . . { borate de potasse. / sulfate de barite.

Attraction superflue.

III. SULFATE ACIDE DE POTASSE.

Est décomposé par le plus grand nombre des espèces qui le suivent en raison de l'excès d'acide qu'il contient. Ainsi il

unit aux décompositions doubles du précédent le phénomène d'une foule de décompositions simples par son acide excédent.

IV. SULFATE DE SOUDE.

Est décomposé par les 23 suivans.

1. *Sulfite de barite.*

Il se forme du . . . . . { sulfite de soude. / sulfate de barite.

Attraction superflue.

2. *Sulfite de potasse.*

Il se forme du . . . . . { sulfite de soude. / sulfate de potasse.

Attraction superflue.

3. *Nitrate de barite.*

Il se forme du . . . . . { nitrate de soude. / sulfate de barite.

Attraction superflue.

4. *Nitrate de potasse.*

Il se forme du . . . . . { nitrate de soude. / sulfate de potasse.

Attraction superflue.

5. *Nitrate de strontiane.*

Il se forme du . . . . . { nitrate de soude. / sulfate de strontiane.

Attraction nécessaire.

6. *Nitrate de chaux.*

Il se forme du . . . . . { nitrate de soude. / sulfate de chaux.

Attraction nécessaire.

7, 8, 9, 10.

Les *nitrites* de barite, de potasse, de strontiane et de chaux, agissent comme les nitrates; aux nitrates formés dans les quatre exemples ci-dessus, substitués des nitrites; les sulfates formés sont les mêmes.

11. *Muriate de barite.*

Il se forme du . . . . . { muriate de soude. / sulfate de barite.

Attraction superflue.

12. *Muriate de potasse.*

Il se forme du . . . . . { muriate de soude. / sulfate de potasse.

Attraction superflue.

13. *Muriate de strontiane.*

Il se forme du . . . . . { muriate de soude. / sulfate de strontiane.

Attraction nécessaire.

14. *Muriate de chaux.*

Il se forme du . . . . . { muriate de soude. / sulfate de chaux.

Attraction nécessaire.

15. *Phosphate de barite.*

Il se forme du . . . . . { phosphate de soude. / sulfate de barite.

Attraction superflue.

16. *Phosphate de potasse.*

Il se forme du . . . . . { phosphate de soude. / sulfate de potasse.

Attraction superflue.

17. *Phosphite de barite.*

Il se forme du . . . . . { phosphite de soude. / sulfate de barite.

Attraction superflue.

18. *Phosphite de potasse.*

Il se forme du . . . . . { phosphite de soude. / sulfate de potasse.

Attraction superflue.

19. *Fluate de barite.*

Il se forme du . . . . . { fluate de soude. / sulfate de barite.

Attraction superflue.

20. *Fluate de potasse.*

Il se forme du . . . . . { fluate de soude. / sulfate de potasse.

Attraction superflue.

21. *Borate de barite.*

Il se forme du . . . . . { borate de soude. / sulfate de barite.

Attraction superflue.

22. *Borate de potasse.*

Il se forme du . . . . . { borate de soude. / sulfate de potasse.

Attraction superflue.

23. *Carbonate de potasse.*

Il se forme du . . . . . { carbonate de soude. / sulfate de potasse.

Attraction superflue.

V. SULFATE DE STRONTIANE.

Est décomposé par les 24 suivans.

1. *Sulfite de barite.*

Il se forme du . . . . . { sulfite de strontiane. / sulfate de barite.

Attraction superflue.

2. *Sulfite de potasse.*

Il se forme du . . . . . { sulfate de potasse. / sulfite de strontiane.

Attraction superflue.

3. *Sulfite de soude.*

Il se forme du . . . . . { sulfate de soude. / sulfite de strontiane.

Attraction superflue.

4. *Nitrate de barite.*

Il se forme du . . . . . { nitrate de strontiane. / sulfate de barite.

Attraction superflue.

5. *Muriate de barite.*

Il se forme du . . . . . { muriate de strontiane. / sulfate de barite.

Attraction superflue.

6. *Phosphate de barite.*

Il se forme du . . . . . { phosphate de strontiane. / sulfate de barite.

Attraction superflue.

7. *Phosphate de potasse.*

Il se forme du . . . . . { sulfate de potasse. / phosphate de strontiane.

Attraction superflue.

8. *Phosphate de soude.*

Il se forme du . . . . . { sulfate de soude. / phosphate de strontiane.

Attraction superflue.

9. *Phosphate d'ammoniaque.*

Il se forme du . . . . . { sulfate d'ammoniaque. / phosphate de strontiane.

Attraction nécessaire.

10, 11, 12 et 13.

Les quatre *phosphites* des mêmes bases que les phosphates décomposent le sulfate de strontiane comme eux. Aux phosphates substitués ici des phosphites; les sulfates formés sont les mêmes que dans les quatre exemples précédens.

14. *Fluate de barite.*

Il se forme du . . . . . { fluate de strontiane. / sulfate de barite.

Attraction superflue.

15. *Fluate de potasse?*

Il se forme du . . . . . { sulfate de potasse. / fluate de strontiane.

Attraction superflue.

16. *Fluate de soude?*

Il se forme du . . . . . { sulfate de soude. / fluate de strontiane.

Attraction superflue.

17. *Fluate d'ammoniaque ?*

Il se forme du . . . . . { sulfate d'ammoniaque.
fluate de strontiane.

Attraction nécessaire.

18. *Borate de barite ?*

Il se forme du . . . . . { borate de strontiane.
sulfate de barite.

Attraction superflue.

19. *Borate de potasse ?*

Il se forme du . . . . . { sulfate de potasse.
borate de strontiane.

Attraction superflue.

20. *Borate de soude ?*

Il se forme du . . . . . { sulfate de soude.
borate de strontiane.

Attraction superflue.

21. *Borate d'ammoniaque.*

Il se forme du . . . . . { sulfate d'ammoniaque.
borate de strontiane.

Attraction superflue.

22. *Carbonate de barite ?*

Il se forme du . . . . . { carbonate de strontiane.
sulfate de barite.

Attraction superflue.

23. *Carbonate de potasse.*

Il se forme du . . . . . { sulfate de potasse. / carbonate de strontiane.

Attraction superflue.

24. *Carbonate de soude.*

Il se forme du . . . . . { sulfate de soude. / carbonate de strontiane.

Attraction superflue.

VI. SULFATE DE CHAUX.

Est décomposé par les 38 suivans.

1. *Sulfite de barite.*

Il se forme du . . . . . { sulfite de chaux. / sulfate de barite.

Attraction superflue.

2. *Sulfite de potasse.*

Il se forme du . . . . . { sulfate de potasse. / sulfite de chaux.

Attraction superflue.

3. *Sulfite de soude.*

Il se forme du . . . . . { sulfate de soude. / sulfite de chaux.

Attraction superflue.

4. *Nitrate de barite.*

Il se forme du . . . . . { nitrate de chaux. / sulfate de barite.

Attraction superflue.

5. *Nitrate de strontiane.*

Il se forme du . . . . . { nitrate de chaux. / sulfate de strontiane.

Attraction superflue.

6. *Nitrite de barite.*

Il se forme du . . . . . { nitrite de chaux. / sulfate de barite.

Attraction superflue.

7. *Nitrite de strontiane.*

Il se forme du . . . . . { nitrite de chaux. / sulfate de strontiane.

Attraction superflue.

8. *Muriate de barite.*

Il se forme du . . . . . { muriate de chaux. / sulfate de barite.

Attraction superflue.

9. *Muriate de strontiane.*

Il se forme du . . . . . { muriate de chaux. / sulfate de strontiane.

Attraction superflue.

10. *Phosphate de barite.*

Il se forme du . . . . . { phosphate de chaux. / sulfate de barite.

Attraction superflue.

11. *Phosphate de strontiane ?*

Il se forme du . . . . . { phosphate de chaux. / sulfate de strontiane.

Attraction superflue.

12. *Phosphate de potasse.*

Il se forme du . . . . . { sulfate de potasse. / phosphate de chaux.

Attarction superflue.

13. *Phosphate de soude.*

Il se forme du . . . . . { sulfate de soude. / phosphate de chaux.

Attraction superflue.

14. *Phosphate d'ammoniaque.*

Il se forme du . . . . . { sulfate d'ammoniaque. / phosphate de chaux.

Attraction nécessaire.

15. *Phosphate d'alumine ?*

Il se forme du . . . . . { sulfate d'alumine. / phosphate de chaux.

Attraction nécessaire.

16, 17, 18, 19, 20 et 21.

Les *phosphites* aux six bases des phosphates précédens paroissent susceptibles de décomposer comme eux le sulfate de chaux. Il se forme des phosphites et les sulfates déja indiqués.

22. *Fluate de barite ?*

Il se forme du . . . . . { fluate de chaux. / sulfate de barite.

Attraction superflue.

23. *Fluate de strontiane ?*

Il se forme du . . . . . { fluate de chaux. / sulfate de strontiane.

Attraction superflue.

24. *Fluate de magnésie ?*

Il se forme du . . . . . { sulfate de magnésie. / fluate de chaux.

Attraction nécessaire.

25. *Fluate de potasse.*

Il se forme du . . . . . { sulfate de potasse. / fluate de chaux.

Attraction superflue.

26. *Fluate de soude.*

Il se forme du . . . . . { sulfate de soude. / fluate de chaux.

Attraction superflue.

27. *Fluate d'ammoniaque.*

Il se forme du . . . . . { sulfate d'ammoniaque. / fluate de chaux.

Attraction nécessaire.

28. *Borate de barite.*

Il se forme du . . . . . { borate de chaux. / sulfate de barite.

Attraction superflue.

29. *Borate de strontiane.*

Il se forme du . . . . . { borate de chaux. / sulfate de strontiane.

Attraction superflue.

30. *Borate de magnésie.*

Il se forme du . . . . . { sulfate de magnésie. / borate de chaux.

Attraction nécessaire.

31. *Borate de potasse.*

Il se forme du . . . . . { sulfate de potasse. / borate de chaux.

Attraction superflue.

32. *Borate de soude.*

Il se forme du . . . . . { sulfate de soude. / borate de chaux.

Attraction superflue.

33. *Borate d'ammoniaque.*

Il se forme du . . . . . { sulfate d'ammoniaque.
borate de chaux.

Attraction nécessaire.

34. *Carbonate de barite ?*

Il se forme du . . . . . { carbonate de chaux.
sulfate de barite.

Attraction superflue.

35. *Carbonate de strontiane ?*

Il se forme du . . . . . { carbonate de chaux.
sulfate de strontiane.

Attraction superflue.

36. *Carbonate de potasse.*

Il se forme du . . . . . { sulfate de potasse.
carbonate de chaux.

Attraction superflue.

37. *Carbonate de soude.*

Il se forme du . . . . . { sulfate de soude.
carbonate de chaux.

Attraction superflue.

38. *Carbonate d'ammoniaque.*

Il se forme du . . . . . { sulfate d'ammoniaque.
carbonate de chaux.

Attraction nécessaire.

VII. SULFATE D'AMMONIAQUE.

Est décomposé par les 49 suivans.

1. *Sulfite de barite.*

Il se forme du . . . . . { sulfite d'ammoniaque. / sulfate de barite.

Attraction superflue.

2. *Sulfite de potasse.*

Il se forme du . . . . . { sulfite d'ammoniaque. / sulfate de potasse.

Attraction superflue.

3. *Sulfite de soude.*

Il se forme du . . . . . { sulfite d'ammoniaque. / sulfate de soude.

Attraction superflue.

4. *Sulfite de strontiane.*

Il se forme du . . . . . { sulfite d'ammoniaque. / sulfate de strontiane.

Attraction superflue.

5. *Sulfite de magnésie.*

A chaud, il se forme du . { sulfite d'ammoniaque. / sulfate de magnésie.

A froid, union en sel triple.

Attraction nécessaire.

6. *Nitrate de barite.*

Il se forme du . . . . . { nitrate d'ammoniaque. / sulfate de barite.

Attraction superflue.

7. *Nitrate de potasse?*

Il se forme du . . . . . { nitrate d'ammoniaque. / sulfate de potasse.

Attraction superflue.

8. *Nitrate de soude?*

Il se forme du . . . . . { nitrate d'ammoniaque. / sulfate de soude.

Attraction superflue.

9. *Nitrate de strontiane.*

Il se forme du . . . . . { nitrate d'ammoniaque. / sulfate de strontiane.

Attraction superflue.

10. *Nitrate de chaux.*

Il se forme du . . . . . { nitrate d'ammoniaque. / sulfate de chaux.

Attraction superflue.

11. *Nitrate de magnésie.*

A chaud, il se forme du . . { nitrate d'ammoniaque. / sulfate de magnésie.

A froid, décomposition douteuse.

Attraction nécessaire.

12. *Nitrate ammoniaco-magnésien.*

Il se forme du . . . . . { nitrate d'ammoniaque. / sulfate ammoniaco-magnésien.

Attraction nécessaire.

13, 14, 15, 16, 17, 18, 19.

Les sept *nitrites* des mêmes bases que les nitrates précédens paroissent décomposer de même le sulfate d'ammoniaque.

20. *Muriate de barite.*

Il se forme du . . . . . { muriate d'ammoniaque. / sulfate de barite.

Attraction superflue.

21. *Muriate de potasse.*

Il se forme du . . . . . { muriate d'ammoniaque. / sulfate de potasse.

Attraction superflue.

22. *Muriate de soude.*

Il se forme du . . . . . { muriate d'ammoniaque. / sulfate de soude.

Attraction superflue.

23. *Muriate de strontiane.*

Il se forme du . . . . . { muriate d'ammoniaque. / sulfate de strontiane.

Attraction superflue.

24. *Muriate de chaux.*

Il se forme du . . . . . { muriate d'ammoniaque. / sulfate de chaux.

Attraction superflue.

25. *Muriate de magnésie.*

Il se forme du . . . . . { muriate de magnésie. / sulfate ammoniaco-magnésien.

Attraction nécessaire.

26. *Muriate ammoniaco-magnésien.*

Il se forme du . . . . . { muriate d'ammoniaque. / sulfate ammoniaco-magnésien.

Attraction nécessaire.

27. *Muriate d'alumine.*

Il se forme du . . . . . { muriate d'ammoniaque. / sulfate ammoniaco-alumineux ou alun ammoniacal.

Attraction nécessaire.

28. *Phosphate de barite.*

Il se forme du . . . . . { phosphate d'ammoniaque. / sulfate de barite.

Attraction superflue.

29. *Phosphate de potasse.*

Il se forme du . . . . . { phosphate d'ammoniaque. / sulfate de potasse.

Attraction superflue.

30. *Phosphate de soude.*

Il se forme du . . . . . { phosphate d'ammoniaque. / sulfate de soude.

Attraction superflue.

31. *Phosphate de soude et d'ammoniaque.*

Il se forme du . . . . . { phosphate d'ammoniaque. / sulfate de soude.

Attraction superflue.

32, 33, 34 et 35.

Les quatre *phosphites* des mêmes bases que les phosphates décomposent de même le sulfate d'ammoniaque; il se forme les mêmes sulfates que ci-dessus, et des phosphites au lieu de phosphates.

36. *Fluate de barite.*

Il se forme du . . . . . { fluate d'ammoniaque. / sulfate de barite.

Attraction superflue.

37. *Fluate de strontiane.*

Il se forme du . . . . . { fluate d'ammoniaque. / sulfate de strontiane.

Attraction superflue.

38. *Fluate de potasse.*

Il se forme du . . . . . { fluate d'ammoniaque. / sulfate de potasse.

Attraction superflue.

39. *Fluate de soude.*

Il se forme du . . . . . { fluate d'ammoniaque. / sulfate de soude.

Attraction superflue.

40. *Fluate de soude silicé.*

Il se forme du . . . . . { fluate ammoniaco-silicé. / sulfate de soude.

Attraction superflue.

41. *Borate de barite.*

Il se forme du . . . . . { borate ammoniacal. / sulfate de barite.

Attraction superflue.

42. *Borate de potasse.*

Il se forme du . . . . . { borate d'ammoniaque. / sulfate de potasse.

Attraction superflue.

43. *Borate de soude.*

Il se forme du . . . . . { borate d'ammoniaque. / sulfate de soude.

Attraction superflue.

44. *Carbonate de barite.*

Il se forme du . . . . . { carbonate d'ammoniaque. / sulfate de barite.

Attraction superflue.

45. *Carbonate de strontiane ?*

Il se forme du . . . . . { carbonate d'ammoniaque. / sulfate de strontiane.

Attraction superflue.

46. *Carbonate de chaux.*

A chaud, il se forme du . . { carbonate d'ammoniaque. / sulfate de chaux.

Attraction nécessaire.

47. *Carbonate de potasse.*

Il se forme du . . . . . { carbonate d'ammoniaque. / sulfate de potasse.

Attraction superflue.

48. *Carbonate de soude.*

Il se forme du . . . . . { carbonate d'ammoniaque. / sulfate de soude.

Attraction superflue.

49. *Carbonate de magnésie.*

A chaud, il se forme du . . { carbonate d'ammoniaque. / sulfate de magnésie.

Attraction nécessaire.

VIII. SULFATE DE MAGNÉSIE.

Est décomposé par les 45 suivans.

1. *Sulfite de barite.*

Il se forme du . . . . . { sulfite de magnésie. / sulfate de barite.

Attraction superflue.

2. *Sulfite de potasse.*

Il se forme du . . . . . { sulfite de magnésie. / sulfate de potasse.

Attraction superflue.

3. *Sulfite de soude.*

Il se forme du . . . . . { sulfite de magnésie. / sulfate de soude.

Attraction superflue.

4. *Sulfite de strontiane.*

Il se forme du . . . . . { sulfite de magnésie. / sulfate de strontiane.

Attraction superflue.

5. *Sulfite d'ammoniaque.*

Il se forme du . . . . . { sulfite de magnésie. / sulfate ammoniaco-magnésien.

Attraction nécessaire.

6. *Nitrate de barite.*

Il se forme du . . . . . { nitrate de magnésie. / sulfate de barite.

Attraction superflue.

7. *Nitrate de potasse.*

Il se forme du . . . . . { nitrate de magnésie. / sulfate de potasse.

Attraction superflue.

8. *Nitrate de soude.*

Il se forme du . . . . . { nitrate de magnésie. / sulfate de soude.

Attraction superflue.

9. *Nitrate de strontiane.*

Il se forme du . . . . . { nitrate de magnésie. / sulfate de strontiane.

Attraction superflue.

10. *Nitrate de chaux.*

Il se forme du . . . . . { nitrate de magnésie. / sulfate de chaux.

Attraction superflue.

11. *Nitrate d'ammoniaque.*

Il se forme du . . . . . { nitrate de magnésie. / sulfate ammoniaco-magnésien.

Attraction nécessaire.

12, 13, 14, 15, 16 et 17.

Les six *nitrites* des mêmes bases que les nitrates précédens agissent comme eux sur le sulfate de magnésie et le décomposent de même. Il se forme constamment du nitrite de magnésie dans les décompositions, et des sulfates divers suivant les espèces de nitrites employées.

18. *Muriate de barite.*

Il se forme du . . . . . { muriate de magnésie. / sulfate de barite.

Attraction superflue.

19. *Muriate de strontiane.*

Il se forme du . . . . . { muriate de magnésie. / sulfate de strontiane.

Attraction superflue.

20. *Muriate de chaux.*

Il se forme du . . . . . { muriate de magnésie. / sulfate de chaux.

Attraction superflue.

21. *Phosphate de barite.*

Il se forme du . . . . . { phosphate de magnésie. / sulfate de barite.

Attraction superflue.

22. *Phosphate de potasse.*

Il se forme du . . . . . { phosphate de magnésie. / sulfate de potasse.

Attraction superflue.

23. *Phosphate de soude.*

Il se forme du . . . . . { phosphate de magnésie. / sulfate de soude.

Attraction superflue.

24. *Phosphate de strontiane ?*

Il se forme du . . . . . { phosphate de magnésie. / sulfate de strontiane.

Attraction superflue.

25. *Phosphate d'ammoniaque.*

Il se forme du . . . . . { phosphate de magnésie. / sulfate ammoniaco-magnésien.

Attraction superflue.

26, 27, 28, 29 et 30.

Les cinq *phosphites* analogues par leurs bases aux cinq phosphates précédens, décomposent de la même manière le sulfate de magnésie. Il se forme du phosphite de magnésie.

31. *Fluate de barite.*

Il se forme du . . . . . { fluate de magnésie. / sulfate de barite.

Attraction superflue.

32. *Fluate de strontiane.*

Il se forme du . . . . . { fluate de magnésie. / sulfate de strontiane.

Attraction superflue.

33. *Fluate de potasse.*

Il se forme du . . . . . { fluate de magnésie. / sulfate de potasse.

Attraction superflue.

34. *Fluate de soude.*

Il se forme du . . . . . { fluate de magnésie. / sulfate de soude.

Attraction superflue.

35. *Fluate d'ammoniaque ?*

Il se forme du . . . . . { fluate de magnésie. / sulfate d'ammoniaque.

Attraction nécessaire.

36. *Borate de barite.*

Il se forme du . . . . . { borate de magnésie. / sulfate de barite.

Attraction superflue.

37. *Borate de strontiane.*

Il se forme du . . . . . { borate de magnésie. / sulfate de strontiane.

Attraction superflue.

38. *Borate de potasse.*

Il se forme du . . . . . { borate magnésien. / sulfate de potasse.

Attraction superflue.

39. *Borate de soude.*

Il se forme du . . . . . { borate de magnésie. / sulfate de soude.

Attraction superflue.

40. *Borate d'ammoniaque.*

Il se forme du . . . . . { borate magnésien. / sulfate ammoniaco-magnésien.

Attraction nécessaire.

41. *Carbonate de barite.*

Il se forme du . . . . . { carbonate de magnésie. / sulfate de barite.

42. *Carbonate de strontiane.*

Il se forme du . . . . . { carbonate de magnésie. / sulfate de strontiane.

Attraction superflue.

43. *Carbonate de chaux.*

Il se forme du . . . . . { carbonate de magnésie. / sulfate de chaux.

Attraction superflue.

44. *Carbonate de potasse.*

Il se forme du . . . . . { sulfate de potasse. / carbonate de magnésie.

Attraction superflue.

45. *Carbonate de soude.*

Il se forme du . . . . . { sulfate de soude. / carbonate de magnésie.

Attraction superflue.

46. *Carbonate d'ammoniaque.*

Il se forme du . . . . . { sulfate d'ammoniaque. / carbonate de magnésie.

Attraction nécessaire.

IX. SULFATE AMMONIACO-MAGNÉSIEN.

Est décomposé par les 41 suivans.

1. *Sulfite de barite.*

Il se forme du . . . . . { sulfite triple. / sulfate de barite.

Attraction superflue.

2. *Sulfite de potasse.*

Il se forme du . . . . . { sulfite triple. / sulfate de potasse.

Attraction superflue.

3. *Sulfite de soude.*

Il se forme du . . . . . { sulfite triple. / sulfate de soude.

Attraction superflue.

4. *Sulfite de strontiane.*

Il se forme du . . . . . { sulfite triple. / sulfate de strontiane.

Attraction superflue.

5. *Nitrate de barite.*

Il se forme du . . . . . { nitrate triple. / sulfate de barite.

Attraction superflue.

6. *Nitrate de potasse.*

Il se forme du . . . . . { nitrate triple. / sulfate de potasse.

Attraction superflue.

7. *Nitrate de soude.*

Il se forme du . . . . . { nitrate triple. / sulfate de soude.

Attraction superflue.

8. *Nitrate de strontiane.*

Il se forme du . . . . . { nitrate triple. / sulfate de strontiane.

Attraction superflue.

9. *Nitrate de chaux.*

Il se forme du . . . . . { nitrate triple. / sulfate de chaux.

Attraction superflue.

10, 11, 12, 13, 14.

Les cinq *nitrites* des mêmes bases que les nitrates précédens décomposent comme eux le sulfate ammoniaco-magnésien ; il se forme des nitrites triples et les mêmes sulfates que ci-dessus.

15. *Muriate de barite.*

Il se forme du . . . . . { muriate triple. / sulfate de barite.

Attraction superflue.

16. *Muriate de potasse.*

Il se forme du . . . . . { muriate triple. / sulfate de potasse.

Attraction superflue.

17. *Muriate de soude.*

Il se forme du . . . . . { muriate triple. / sulfate de soude.

Attraction superflue.

18. *Muriate de strontiane.*

Il se forme du . . . . . { muriate triple. / sulfate de strontiane.

Attraction superflue.

19. *Muriate de chaux.*

Il se forme du . . . . . { muriate triple. / sulfate de chaux.

Attraction superflue.

20. *Phosphate de barite.*

Il se forme du . . . . . { phosphate triple. / sulfate de barite.

Attraction superflue.

21. *Phosphate de potasse.*

Il se forme du . . . . . { phosphate triple. / sulfate de potasse.

Attraction superflue.

22. *Phosphate de soude.*

Il se forme du . . . . . { phosphate triple. / sulfate de soude.

Attraction superflue.

23, 24, 25.

Les trois *phosphites* des mêmes bases que les phosphates précédens décomposent comme eux le sulfate ammoniaco-magnésien.

26. *Fluate de barite.*

Il se forme du . . . . . { fluate triple. / sulfate de barite.

Attraction superflue.

27. *Fluate de strontiane.*

Il se forme du . . . . . { fluate triple. / sulfate de strontiane.

Attraction superflue.

28. *Fluate de potasse.*

Il se forme du . . . . . { fluate triple. / sulfate de potasse.

Attraction superflue.

29. *Fluate de soude.*

Il se forme du . . . . . { fluate triple. / sulfate de soude.

Attraction superflue.

30. *Fluate d'ammoniaque ?*

Il se forme du . . . . . { fluate de magnésie. / sulfate d'ammoniaque.

Attraction nécessaire.

31. *Borate de barite.*

Il se forme du . . . . . { borate triple. / sulfate de barite.

Attraction superflue.

32. *Borate de strontiane.*

Il se forme du . . . . . { borate triple. / sulfate de strontiane.

Attraction superflue.

33. *Borate de potasse.*

Il se forme du . . . . . { borate triple. / sulfate de potasse.

Attraction superflue.

34. *Borate de soude.*

Il se forme du . . . . . { borate triple. / sulfate de soude.

Attraction superflue.

35. *Borate d'ammoniaque?*

Il se forme du . . . . . { sulfate ammoniacal. / borate de magnésie.

Attraction nécessaire.

36. *Carbonate de barite.*

Il se forme du . . . . . { carbonate triple. / sulfate de barite.

Attraction superflue.

37. *Carbonate de strontiane.*

Il se forme du . . . . . { carbonate triple. / sulfate de strontiane.

Attraction superflue.

38. *Carbonate de chaux.*

Non à froid.

A chaud, il se forme du . . { carbonate d'ammoniaque. / carbonate de magnésie. / sulfate de chaux.

Attraction nécessaire.

39. *Carbonate de potasse.*

Il se forme du . . . . , . { carbonate triple. / sulfate de potasse.

Attraction superflue.

40. *Carbonate de soude.*

Il se forme du . . . . . { carbonate triple. / sulfate de soude.

Attraction superflue.

41. *Carbonate de magnésie.*

A chaud, il se forme du . . { carbonate d'ammoniaque. / sulfate de magnésie.

Attraction nécessaire.

X. SULFATE DE GLUCINE.

Est décomposé par les 56 suivans.

1. *Sulfite de barite.*

Il se forme du . . . . . { sulfite de glucine. / sulfate de barite.

Attraction superflue.

2. *Sulfite de potasse.*

Il se forme du . . . . . { sulfite de glucine. / sulfate de potasse.

Attraction superflue.

3. *Sulfite de soude.*

Il se forme du . . . . . { sulfite de glucine. / sulfate de soude.

Attraction superflue.

4. *Sulfite de strontiane.*

Il se forme du . . . . . { sulfite de glucine. / sulfate de strontiane.

Attraction superflue.

5. *Nitrate de barite.*

Il se forme du . . . . . { nitrate de glucine. / sulfate de barite.

Attraction superflue.

6. *Nitrate de potasse.*

Il se forme du . . . . . { nitrate de glucine. / sulfate de potasse.

Attraction superflue.

7. *Nitrate de soude.*

Il se forme du . . . . . { nitrate de glucine. / sulfate de soude.

Attraction superflue.

8. *Nitrate de strontiane.*

Il se forme du . . . . . { nitrate de glucine. / sulfate de strontiane.

Attraction superflue.

9. *Nitrate de chaux.*

Il se forme du . . . . . { nitrate de glucine. / sulfate de chaux.

Attraction superflue.

10. *Nitrate d'ammoniaque.*

Il se forme du . . . . . { nitrate de glucine. / sulfate d'ammoniaque.

Attraction superflue.

11. *Nitrate de magnésie.*

Il se forme du . . . . . { nitrate de glucine. / sulfate de magnésie.

Attraction superflue.

12. *Nitrate ammoniaco-magnésien.*

Il se forme du . . . . . { nitrate de glucine. / sulfate ammoniaco-magnésien.

Attraction superflue.

13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20.

Les huit *nitrites* des mêmes bases que les nitrates précédens, décomposent le sulfate de glucine comme eux. Il se forme des nitrites au lieu de nitrates, et on a les mêmes sulfates que ci-dessus.

21. *Muriate de barite.*

Il se forme du . . . . . { muriate de glucine. / sulfate de barite.

Attraction superflue.

22. *Muriate de potasse.*

Il se forme du . . . . . { muriate de glucine. / sulfate de potasse.

Attraction superflue.

23. *Muriate de soude.*

Il se forme du . . . . . { muriate de glucine. / sulfate de soude.

Attraction superflue.

24. *Muriate de strontiane.*

Il se forme du . . . . . { muriate de glucine. / sulfate de strontiane.

Attraction superflue.

25. *Muriate de chaux.*

Il se forme du . . . . . { muriate de glucine. / sulfate de chaux.

Attraction superflue.

26. *Muriate d'ammoniaque.*

Il se forme du . . . . . { muriate de glucine. / sulfate d'ammoniaque.

Attraction superflue.

27. *Muriate de magnésie.*

Il se forme du . . . . . { muriate de glucine. / sulfate de magnésie.

Attraction superflue.

28. *Muriate ammoniaco-magnésien.*

Il se forme du . . . . . { muriate de glucine. / sulfate ammoniaco-magnésien.

Attraction superflue.

29. *Phosphate de barite.*

Il se forme du . . . . . { phosphate de glucine. / sulfate de barite.

Attraction superflue.

30. *Phosphate de strontiane ?*

Il se forme du . . . . . { phosphate de glucine. / sulfate de strontiane.

Attraction superflue.

31. *Phosphate de potasse.*

Il se forme du . . . . . { phosphate de glucine. / sulfate de potasse.

Attraction superflue.

32. *Phosphate de soude.*

Il se forme du . . . . . { phosphate de glucine. / sulfate de soude.

Attraction superflue.

33. *Phosphate d'ammoniaque.*

Il se forme du . . . . . { phosphate de glucine. / sulfate d'ammoniaque.

Attraction superflue.

34. *Phosphate de magnésie.*

Il se forme du . . . . . { phosphate de glucine. / sulfate de magnésie.

Attraction superflue.

35, 36, 37, 38, 39.

Les six *phosphites* des mêmes bases que les phosphates précédens décomposent également le sulfate de glucine; il se forme des phosphites au lieu de phosphates.

40. *Fluate de barite.*

Il se forme du . . . . . { fluate de glucine. / sulfate de barite.

Attraction superflue.

41. *Fluate de strontiane.*

Il se forme du . . . . . { fluate de glucine. / sulfate de strontiane.

Attraction superflue.

42. *Fluate de magnésie.*

Il se forme du . . . . . { fluate de glucine. / sulfate de magnésie.

Attraction superflue.

43. *Fluate de potasse.*

Il se forme du . . . . . { fluate de glucine. / sulfate de potasse.

Attraction superflue.

44. *Fluate de soude.*

Il se forme du . . . . . { fluate de glucine. / sulfate de soude.

Attraction superflue.

45. *Fluate d'ammoniaque.*

Il se forme du . . . . . { fluate de glucine. / sulfate d'ammoniaque.

Attraction superflue.

46. *Borate de barite.*

Il se forme du . . . . . { borate de glucine. / sulfate de barite.

Attraction superflue.

47. *Borate de potasse.*

Il se forme du . . . . . { borate de glucine. / sulfate de potasse.

Attraction superflue.

48. *Borate de soude.*

Il se forme du . . . . . { borate de glucine. / sulfate de soude.

Attraction superflue.

49. *Borate d'ammoniaque.*

Il se forme du . . . . . { borate de glucine. / sulfate d'ammoniaque.

Attraction superflue.

50. *Carbonate de barite.*

Il se forme du . . . . . { carbonate de glucine. / sulfate de barite.

Attraction superflue.

51. *Carbonate de strontiane.*

Il se forme du . . . . . { carbonate de glucine. / sulfate de strontiane.

Attraction superflue.

52. *Carbonate de chaux.*

Il se forme du . . . . . { carbonate de glucine. / sulfate de chaux.

Attraction superflue.

53. *Carbonate de potasse.*

Il se forme du . . . . . { carbonate de glucine. / sulfate de potasse.

Attraction superflue.

54. *Carbonate de soude.*

Il se forme du . . . . . { sulfate de soude. / carbonate de glucine.

Attraction superflue.

55. *Carbonate de magnésie.*

Il se forme du . . . . . { sulfate de magnésie. / carbonate de glucine.

Attraction superflue.

56. *Carbonate d'ammoniaque.*

Il se forme du . . . . . { sulfate d'ammoniaque. / carbonate de glucine.

Attraction superflue.

XI. SULFATE D'ALUMINE.

Se décompose par les 64 suivans.

1. *Sulfite de barite.*

Il se forme du . . . . . { sulfite d'alumine. / sulfate de barite.

Attraction superflue.

2. *Sulfite de potasse.*

Il se forme du . . . . . { sulfite d'alumine. / sulfate de potasse.

Attraction superflue.

3. *Sulfite de soude.*

Il se forme du . . . . . { sulfite d'alumine. / sulfate de soude.

Attraction superflue.

4. *Sulfite de strontiane.*

Il se forme du . . . . . { sulfite alumineux. / sulfate de strontiane.

Attraction superflue.

5. *Sulfite d'ammoniaque.*

Il se forme du . . . . . { sulfite alumineux. / sulfate d'ammoniaque.

Attraction superflue.

6. *Sulfite de magnésie.*

Il se forme du . . . . . { sulfite alumineux. / sulfate de magnésie.

Attraction superflue.

7. *Sulfite ammoniaco-magnésien.*

Il se forme du . . . . . { sulfite alumineux. / sulfate ammoniaco-magnésien.

Attraction superflue.

8. *Sulfite de glucine ?*

Il se forme du . . . . . { sulfite alumineux.

Attraction superflue.

9. *Nitrate de barite.*

Il se forme du . . . . . { nitrate d'alumine. / sulfate de barite.

Attraction superflue.

10. *Nitrate de potasse.*

Il se décompose en partie et jusqu'à formation d'alun ou de sulfate acide d'alumine et de potasse.

11. *Nitrate de soude.*

Il se forme du . . . . . { nitrate d'alumine. / sulfate de soude.

Attraction superflue.

12. *Nitrate de strontiane.*

Il se forme du . . . . . { nitrate d'alumine. / sulfate de strontiane.

Attraction superflue.

13. *Nitrate de chaux.*

Il se forme du . . . . . { nitrate d'alumine. / sulfate de chaux.

Attraction superflue.

14. *Nitrate d'ammoniaque.*

Il se forme du . . . . . { nitrate d'alumine. / sulfate d'ammoniaque.

Attraction superflue.

15. *Nitrate de magnésie.*

Il se forme du . . . . . { nitrate d'alumine. / sulfate de magnesie.

Attraction superflue.

16. *Nitrate ammoniaco-magnésien.*

Il se forme du . . . . . { nitrate d'alumine. / sulfate triple ammoniaco-magnésien.

Cette décomposition est limitée.

Attraction superflue.

17, 18, 19, 20, 21, 22, 23 et 24.

Les huit nitrites des mêmes bases que les nitrates précédens paraissent décomposer comme eux le sulfate d'alumine.

25. *Muriate de barite.*

Il se forme du . . . . . { muriate d'alumine. / sulfate de barite.

Attraction superflue.

26. *Muriate de potasse.*

Il se forme du . . . . . { muriate d'alumine. / sulfate de potasse.

Attraction superflue.

27. *Muriate de soude.*

Il se forme du . . . . . { muriate d'alumine. / sulfate de soude.

Attraction superflue.

28. *Muriate de strontiane.*

Il se forme du . . . . . { muriate d'alumine. / sulfate de strontiane.

Attraction superflue.

29. *Muriate de chaux.*

Il se forme du . . . . . { muriate d'alumine. / sulfate de chaux.

Attraction superflue.

30. *Muriate d'ammoniaque.*

Il se forme du . . . . . { muriate d'alumine. / sulfate d'ammoniaque.

31. *Muriate de magnésie.*

Il se forme du . . . . . { muriate d'alumine. / sulfate de magnésie.

Attraction superflue.

32. *Muriate ammoniaco-magnésien.*

Il se forme du . . . . . { muriate d'alumine. / sulfate ammoniaco-magnésien et alun ammoniaqué.

Attraction superflue.

33. *Muriate de glucine.*

Il se forme du . . . . . { muriate d'alumine. / sulfate de glucine.

Attraction superflue.

34. *Phosphate de barite.*

Il se forme du . . . . . { phosphate d'alumine. / sulfate de barite.

Attraction superflue.

35. *Phosphate de potasse.*

Il se forme du . . . . . { phosphate d'alumine. / sulfate de potasse.

Attraction superflue.

36. *Phosphate de soude.*

Il se forme du . . . . . { phosphate d'alumine. / sulfate de soude.

Attraction superflue.

37. *Phosphate d'ammoniaque.*

Il se forme du . . . . . { phosphate d'alumine. / sulfate d'ammoniaque.

Attraction superflue.

38. *Phosphate de magnésie?*

Il se forme du . . . . . { phosphate d'alumine. / sulfate de magnésie.

Attraction superflue.

39. *Phosphate de glucine.*

Il se forme du . . . . . { phosphate d'alumine. / sulfate de glucine.

Attraction superflue.

40, 41, 42, 43, 44 et 45.

Les six *phosphites* des mêmes bases que les phosphates précédens semblent être susceptibles de décomposer comme eux le sulfate d'alumine.

46. *Fluate de barite.*

Il se forme du . . . . . { fluate d'alumine. / sulfate de barite.

Attraction superflue.

47. *Fluate de strontiane.*

Il se forme du . . . . . { fluate d'alumine. / sulfate de strontiane.

Attraction superflue.

48. *Fluate de magnésie.*

Il se forme du . . . . . { fluate d'alumine. / sulfate de magnésie.

Attraction superflue.

49. *Fluate de potasse.*

Il se forme du . . . . . { fluate d'alumine. / sulfate de potasse.

Attraction superflue.

50. *Fluate de soude.*

Il se forme du . . . . . { fluate d'alumine. / sulfate de soude.

Attraction superflue.

51. *Fluate d'ammoniaque.*

Il se forme du . . . . . { fluate d'alumine. / sulfate d'ammoniaque.

Attraction superflue.

52. *Fluate de glucine ?*

Il se forme du . . . . . { fluate d'alumine. / sulfate de glucine.

Attraction superflue.

53. *Borate de barite.*

Il se forme du . . . . . { borate d'alumine. / sulfate de barite.

Attraction superflue.

54. *Borate de potasse.*

Il se forme du . . . . . { borate d'alumine. / sulfate de potasse et alun.

Attraction superflue.

55. *Borate de soude.*

Il se forme du . . . . . { borate d'alumine. / sulfate de soude.

Attraction superflue.

56. *Borate d'ammoniaque.*

Il se forme du . . . . . { borate d'alumine. / sulfate d'ammoniaque et alun ammoniaqué.

Attraction superflue.

57, 58, 59, 60, 61, 62, 63 et 64.

Les carbonates de barite, de strontiane, de chaux, de potasse, de soude, de magnésie, d'ammoniaque et de glucine, décomposent le sulfate d'alumine, et forment du carbonate d'alumine et des sulfates de chacune de ces bases.

XII ET XIII.

Les SULFATES ACIDES et ACIDULES d'ALUMINE se comportent comme le précédent avec les autres sels, et présentent chacun les 64 décompositions doubles énoncées ci-dessus.

XIV. SULFATE DE ZIRCONE.

Est décomposé par les 76 suivans :

1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 et 9.

Les sulfites de barite, de potasse, de soude, de strontiane d'ammoniaque, de magnésie, ammoniaco-magnésien, de glucine et d'alumine; en un mot, tous les sulfites, excepté ceux de chaux et de zircone, décomposent le sulfate de zircone.

Toutes ces décompositions n'ont lieu que par attractions doubles superflues, parce que toutes les bases de ces sulfites ont plus d'attraction avec l'acide sulfurique qu'avec la zircone; il se forme toujours un sulfite de zircone, et le sulfate de la même base que celle du sulfite décomposant.

10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18 et 19.

Les dix premières espèces de nitrates, ou tous les nitrates, excepté seulement l'espèce à base de zircone, décomposent aussi le sulfate de zircone par attractions doubles et superflues; il se forme dans les dix décompositions du nitrate de zircone et un sulfate à base diverse, suivant le nitrate décomposant.

20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28 et 29.

Il en est de même des dix *nitrites*. Il se forme du nitrite de zircone dans ces décompositions présumées d'après les lois connues des attractions électives.

30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38 et 39.

Les dix espèces de muriates formées par les bases plus attirées que la zircone par l'acide sulfurique comme par le muriatique,

décomposent aussi le sulfate de zircone par attractions doubles et superflues. Il se forme dans tous ces cas du muriate de zircone, et les sulfates à bases correspondantes à celles des muriates décomposans.

40, 41, 42, 43, 44, 45, 46 et 47.

Les huit *phosphates* de barite, de strontiane, de potasse, de soude, d'ammoniaque, de magnésie, de glucine et d'alumine, tous les phosphates, en un mot, excepté ceux de chaux et de zircone, décomposent le sulfate zirconien. Les attractions doubles sont ici toutes superflues ; il se forme constamment du phosphate de zircone, et des sulfates divers suivant les espèces de phosphates décomposans.

48, 49, 50, 51, 52, 53, 54 et 55.

Il en est de même des huit *phosphites* qui suivent; excepté celui de chaux, tous décomposent le sulfate de zircone par attractions doubles superflues. Il se forme toujours du phosphite de zircone.

56, 57, 58, 59, 60, 61 et 62.

Les sept *sulfates* de barite, de strontiane, de magnésie, de potasse, de soude, d'ammoniaque et de glucine, décomposent le sulfate de zircone, par attractions doubles et superflues. Il n'y a que celui de chaux qui ne le décompose pas, il se forme un fluate d'alumine dans toutes ces décompositions.

63, 64, 65, 66 et 67.

Les cinq *borates* de barite, de strontiane, de potasse, de soude et d'ammoniaque décomposent le sulfate de zircone.

Les borates de chaux et de magnésie ne paraissent pas susceptibles d'agir comme les précédens.

On ignore entièrement l'action des borates d'alumine et de glucine encore inconnus.

Il se forme constamment du borate de zircone dans les décompositions annoncées.

68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75 et 76.

Les espèces de carbonates à bases de barite, de strontiane, de chaux, de potasse, de soude, de magnésie, d'ammoniaque, de glucine et d'alumine décomposent le sulfate de zircone par attractions doubles superflues. Il se forme constamment du carbonate de zircone dans ces neuf décompositions, et des sulfates divers suivant les bases des carbonates employés pour les opérer.

XV. SULFITE DE BARITE.

Est décomposé par les 27 suivans, outre les 13 sulfates déja indiqués.

Nota. On ne traitera plus les sulfites par les sulfates, parce que ceux-ci déja examinés dans les 14 espèces précédentes, feraient ici un double emploi.

1. *Nitrate de strontiane.*

Il se forme du . . . . . { nitrate de barite. / sulfite de strontiane.

Attraction nécessaire.

2. *Nitrite de strontiane ?*

Il se forme du . . . . . { nitrate de barite. / sulfite de strontiane.

Attraction nécessaire.

3. *Muriate de strontiane.*

Il se forme du . . . . . { muriate de barite. / sulfite de strontiane.

Attraction nécessaire.

4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 et 14.

Sur les quatorze espèces de phosphates que j'ai fait connaître, il y en a douze qui décomposent le sulfite de barite. Les phosphates de barite, de chaux et de silice sont les seuls exceptés. Toutes les attractions doubles sont ici superflues, puisque l'acide phosphorique seul décompose tous les sulfites.

Il se forme constamment du phosphite de barite dans ces décompositions; les sulfites formés varient d'après les bases des phosphates employés.

Le phosphate acide de chaux n'agit que jusqu'à l'absorption de son acide excédent.

15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22 et 23.

Les neuf espèces de phosphites répondant aux phosphates précédens, excepté à l'espèce acide calcaire, à celle de soude et d'ammoniaque, et à celle de silice, qu'on ne connaît pas dans ce genre comme dans les phosphates, décomposent le sulfite de barite. Il se forme du phosphite de barite au lieu de phosphate. Les attractions sont toutes superflues.

24. *Fluate de strontiane?*

Il se forme du . . . . . { fluate de barite. / sulfite de strontiane.

Attraction superflue.

Aucun borate ne décompose ce sel.

Trois carbonates seulement en opèrent la décomposition ; savoir,

25. *Carbonate de potasse.*

Il se forme du . . . . . { sulfite de potasse. / carbonate de barite.

Attraction nécessaire.

26. *Carbonate de soude.*

Il se forme du . . . . . { sulfite de soude. / carbonate de barite.

Attraction nécessaire.

27. *Carbonate d'ammoniaque.*

Il se forme du . . . . . { sulfite d'ammoniaque. / carbonate de barite.

Attraction nécessaire.

XVI. SULFITE DE CHAUX.

Est décomposé par les 25 suivans.

Il n'est décomposé par aucun sulfate, comme on l'a vu dans les quatorze espèces de ce genre traitées ci-dessus.

Aucun nitrate, ni aucun nitrite ne le décomposent.

Aucun muriate ne le décompose.

1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12.

Douze *phosphates* décomposent le sulfite de chaux. Il n'y a que celui à base de chaux, le phosphate acide calcaire et celui de silice qui ne le décomposent pas.

13, 14, 15, 16, 17 et 18.

Six espèces de fluates, celles à bases de barite, de strontiane, de magnésie, de potasse, de soude et d'ammoniaque, décomposent le sulfite de chaux. Il se forme du sulfite calcaire.

19. *Borate de strontiane?*

Il se forme du . . . . . { borate de chaux. / sulfite de strontiane.

Attraction superflue.

20. *Borate de magnésie?*

Il se forme du . . . . . { sulfite de magnésie. / borate de chaux.

Attraction nécessaire.

21, 22, 23, 24 et 25.

Cinq *carbonates*, savoir : ceux de barite, de strontiane, de potasse, de soude et d'ammoniaque décomposent le sulfite de chaux; il se forme du carbonate de chaux. Les attractions doubles sont presque toutes nécessaires. Les sulfites formés varient suivant la base des carbonates employés à cette décomposition.

XVII. SULFITE DE POTASSE.

Est décomposé par les 53 suivans, outre les douze *sulfates* indiqués.

1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 et 9.

Les nitrates de barite, de soude, de strontiane, de chaux, de magnésie, ammoniaco-magnésien, de glucine, d'alumine et de zircone, décomposent le sulfite de potasse. Il se forme constamment du nitrate de potasse dans ces décompositions, toutes opérées par une attraction superflue, puisque l'acide nitrique est plus fort que le sulfureux.

10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17 et 18.

Les nitrites des mêmes bases que les nitrates précédens opèrent les mêmes décompositions qu'eux.

19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27 et 28.

Dix *muriates*, ceux de barite, de soude, de strontiane, de chaux, d'ammoniaque, de magnésie, ammoniaco-magnésien, de glucine, décomposent le sulfite de potasse. Il se forme du muriate de potasse et des sulfates variés.

29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 38 et 39.

Neuf *phosphates* décomposent le sulfite de chaux; il n'y a que ceux de barite, de chaux, de strontiane et de potasse qui ne le décomposent pas.

40, 41, 42, 43, 44, 45, 46 et 47.

Huit *phosphites* semblables aux phosphates par leurs bases, excepté celui de soude et d'ammoniaque que l'on ne connaît pas, décomposent le sulfite de potasse.

48, 49, 50, 51 et 52.

Cinq *fluates*, ceux de barite, de strontiane, de magnésie, de soude et d'ammoniaque, décomposent le sulfite de potasse. Il se forme du fluate de potasse dans ces décompositions.

Aucun borate n'est connu pour décomposer ce sel.

53. *Carbonate de soude.*

Il se forme du . . . . . { carbonate de potasse. / sulfite de soude.

Attraction nécessaire.

XVIII. SULFITE DE SOUDE.

Est décomposé par les 45 suivans, outre les douze *sulfates* indiqués.

1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 et 8.

Huit *nitrates*, savoir, ceux à base de barite, de strontiane, de chaux, de magnésie, ammoniaco-magnésien, de glucine, d'alumine et de zircone, décomposent le sulfite de soude; il se forme du nitrate de soude de toutes ces décompositions opérées par une attraction superflue.

9, 10, 11, 12, 13, 14, 15 et 16.

Les huit *nitrites* des mêmes bases que les nitrates précédens paraissent décomposer de la même manière le sulfite de soude.

17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24 et 25.

Tous les muriates, excepté ceux de potasse, de soude et de silice, décomposent le sulfite de soude par attraction superflue.

Il se forme constamment du muriate de soude et des sulfites à bases correspondantes aux muriates employés.

26, 27, 28, 29, 30, 31 et 32.

Les sept *phosphates*, à base de chaux, de magnésie, d'ammoniaque, ammoniaco-magnésien, de glucine, d'alumine et de zircone, décomposent le sulfite de soude par attractions superflues; il se forme constamment du phosphate de soude.

33, 34, 35, 36, 37, 38 et 39.

Je place les sept *phosphites* à bases sémblables aux précédens, comme décomposant le sulfite de soude.

40, 41, 42 et 43.

Il y a quatre espèces de sulfates, savoir, celles à base de barite, de strontiane, de magnésie et d'ammoniaque, qui décomposent le sulfite de soude.

44. *Borate de potasse.*

Il se forme du . . . . . { sulfite de potasse. / borate de soude.

Attraction superflue.

45. *Carbonate de potasse.*

Il se forme du . . . . . { sulfite de potasse. / carbonate de soude.

Attraction superflue.

XIX. SULFITE DE STRONTIANE.

Est décomposé par les 33 suivans, outre les neuf *sulfates* énoncés ci-dessus.

1. *Nitrate de chaux.*

Il se forme du . . . . . { nitrate de strontiane. / sulfite de chaux.

Attraction superflue.

2. *Nitrate de magnésie.*

Il se forme du . . . . . { nitrate de strontiane. / sulfite de magnésie.

Attraction superflue.

3. *Nitrate d'alumine.*

Il se forme du . . . . . { nitrate de strontiane. / sulfite d'alumine.

Attraction superflue.

4. *Nitrate de zircone.*

Il se forme du . . . . . { nitrate de strontiane. / sulfite de zircone.

Attraction superflue.

5, 6, 7, 8.

Les quatre *nitrites* des mêmes bases que les nitrates précédens agissent comme eux. Il se forme du nitrite de strontiane et des sulfites variés.

9. *Muriate de chaux ?*

Il se forme du . . . . . { muriate de strontiane. / sulfite de chaux.

Attraction superflue.

10. *Muriate d'alumine.*

Il se forme du . . . . . { muriate de strontiane. / sulfite d'alumine.

Attraction superflue.

11. *Muriate de zircone.*

Il se forme du . . . . . { muriate de strontiane. / sulfite de zircone.

12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19 et 20.

Les neuf *phosphates*, acide de chaux, de potasse, de soude, d'ammoniaque, de soude et d'ammoniaque, ammoniaco-magnésien, de glucine, d'alumine et de zircone, décomposent le sulfite de strontiane ; il se forme du phosphate de strontiane et des sulfites divers. C'est toujours par attractions superflues en raison de la faiblesse de l'acide sulfureux.

21, 22, 23, 24, 25, 26, 27 et 28.

Les huit *phosphites* des mêmes bases que les phosphates précédens, excepté le phosphite de soude et d'ammoniaque qu'on ne connaît pas, décomposent le sulfite de strontiane comme les phosphates.

On ignore entièrement l'action des fluates sur ce sel.

Aucun borate n'est connu comme capable de le décomposer.

29, 30, 31, 32 et 33.

Cinq *carbonates* paraissent susceptibles de le décomposer ; savoir, les carbonates de barite, de chaux, de potasse, de soude et d'ammoniaque. Il se forme dans tous ces cas du carbonate de strontiane ; les attractions doubles sont ici nécessaires pour les carbonates de chaux et d'ammoniaque, superflues pour les carbonates de barite, de potasse et de soude.

XX. SULFITE D'AMMONIAQUE.

Est décomposé par les 43 suivans, outre les cinq *sulfates* précédens.

1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 et 8.

Il y a huit *nitrates* qui décomposent le sulfite d'ammoniaque ; savoir, les nitrates de barite, de strontiane, de chaux, de magnésie, ammoniaco-magnésien, de glucine, d'alumine et de zircone. Il se forme du nitrate d'ammoniaque et des sulfites divers, suivant les bases des nitrates décomposans. C'est toujours par attractions superflues.

9, 10, 11, 12, 13, 14, 15 et 16.

Les huit *nitrites* des mêmes bases que les nitrates précédens agissent comme eux sur le sulfite ammoniacal.

17, 18, 19, 20, 21, 22, 23 et 24.

Huit *muriates*, ceux à base de barite, de strontiane, de chaux, de magnésie, ammoniaco-magnésien, de glucine,

d'alumine et de zircone, décomposent le sulfite ammoniacal. Il se forme par attractions doubles, mais superflues, du muriate d'ammoniaque et des sulfites divers.

25, 26, 27 et 28.

Quatre *phosphates* seulement, l'acide de chaux, et ceux de glucine, d'alumine et de zircone, décomposent le sulfite d'ammoniaque.

29, 30, 31 et 32.

Les quatre *phosphites* des mêmes bases opèrent également la décomposition du sulfite d'ammoniaque.

33, 34 et 35.

Trois *fluates*; savoir, ceux de barite, de strontiane et de magnésie, paraissent décomposer le sulfite d'ammoniaque.

36, 37, 38, 39 et 40.

Cinq *borates*, ceux de barite, de strontiane, de magnésie, de potasse et de soude, décomposent le sulfite d'ammoniaque.

41, 42, 43.

Trois *carbonates*, ceux de barite, de potasse et de soude seulement, sont susceptibles de décomposer le sulfite d'ammoniaque.

XXI. SULFITE DE MAGNÉSIE.

Est décomposé par les 42 suivans, outre les cinq *sulfates* indiqués.

1, 2, 3, 4 et 5.

Les cinq *nitrates* de barite, de chaux, de glucine, d'alumine et de zircone décomposent le sulfite de magnésie par attractions superflues. Il se forme du nitrate de magnésie et des sulfites divers.

6, 7, 8, 9 et 10.

Les cinq *nitrites* des mêmes bases que les nitrates précédens paraissent décomposer également le sulfite de magnésie.

11, 12, 13 et 14.

Quatre *muriates*, ceux de barite? de chaux? d'alumine et de zircone? paraissent décomposer le sulfite de magnésie.

15, 16, 17, 18, 19, 20, 21 et 22.

Huit espèces de *phosphates*, celles acide de chaux, de potasse, de soude, d'ammoniaque, ammoniaco-magnésien, de glucine, d'alumine et de zircone, paraissent décomposer le sulfite de magnésie.

23, 24, 25, 26, 27, 28, 29 et 30.

Il est vraisemblable que les huit *phosphites* des mêmes bases que les phosphates précédens décomposent aussi ce sel.

31. *Fluate de barite.*

Il se forme du . . . . . { fluate de magnésie. / sulfite de barite.

Attraction superflue.

32. *Fluate de strontiane.*

Il se forme du . . . . . { fluate de magnésie. / sulfite de strontiane.

Attraction superflue.

33, 34, 35, 36.

Quatre *borates*, ceux de strontiane, de potasse, de soude et d'ammoniaque décomposent le sulfite de magnésie.

37, 38, 39, 40, 41 et 42.

Six *carbonates*, ceux de barite, de strontiane, de chaux, de potasse, de soude et d'ammoniaque, décomposent le sulfite de magnésie presque tous par attractions superflues. Il se forme du carbonate de magnésie et des sulfites divers.

XXII. SULFITE AMMONIACO-MAGNÉSIEN.

Est décomposé par les 48 suivans, outre les cinq *sulfates* indiqués.

1, 2, 3, 4, 5, 6, 7.

Les sept *nitrates* de barite, de strontiane, de chaux, de magnésie, de glucine, d'alumine et de zircone, décomposent le sulfite ammoniaco-magnésien. Il se forme du nitrate triple et des sulfites divers.

8, 9, 10, 11, 12, 13, 14.

Les sept *nitrites* des mêmes bases que les nitrates précédens décomposent de la même manière le sulfite ammoniaco-magnésien. Il se forme un nitrite triple et des sulfites de diverses bases, suivant les nitrites employés.

15, 16, 17, 18, 19, 20.

Six *muriates*, ceux de barite, de strontiane, de chaux, de glucine, d'alumine et de zircone, décomposent le sulfite ammoniaco-magnésien. Il se forme du muriate triple, et des sulfites variés suivant la nature des muriates employés.

21, 22, 23, 24, 25, 26, 27.

Sept *phosphates;* savoir, l'acide de chaux, ceux à base de potasse, de soude, d'ammoniaque, de glucine, d'alumine et de zircone, décomposent le sulfite ammoniaco-magnésien. Il se forme un phosphate triple et des sulfites différens, suivant les bases de phosphates qui servent à ces décompositions.

28, 29, 30, 31, 32, 33, 34.

Les sept *phosphates* des mêmes bases que les phosphates précédens décomposent également le sulfite ammoniaco-magnésien. Il en résulte un phosphite triple et des phosphites divers.

35, 36, 37.

Trois *fluates*, ceux de barite, de strontiane et de magnésie, décomposent le sulfite ammoniaco-magnésien. Il se forme un fluate à double base et trois sulfites variés.

38, 39, 40, 41, 42.

Cinq *borates*, ceux à base de strontiane, de magnésie, de potasse, de soude et d'ammoniaque, décomposent le sulfite triple.

43, 44, 45, 46, 47, 48.

Les six *carbonates* de barite, de strontiane, de chaux, de potasse, de soude et d'ammoniaque décomposent le sulfite ammoniaco-magnésien. Il se forme du carbonate de magnésie et d'ammoniaque, et des sulfites différens suivant les bases des carbonates employés à ces décompositions.

XXIII. SULFITE DE GLUCINE.

Est décomposé par les 36 suivans, outre les quatre *sulfates* énoncés ci-dessus.

1, 2, 3, 4.

Les quatre *nitrates* de barite, de chaux, d'alumine et de zircone décomposent le sulfite de glucine. Il se forme un nitrate de cette dernière base, et quatre *sulfites* divers.

5, 6, 7, 8.

Les quatre *nitrites* des mêmes bases que les nitrates précédens décomposent le sulfite de glucine.

9, 10, 11, 12, 13.

Les cinq *muriates* de barite, de strontiane, de chaux, d'alumine et de zircone décomposent le sulfite de glucine;

ils forment un muriate de cette dernière base et des sulfites variés.

14, 15, 16, 17, 18.

Les six *phosphates*, acide de chaux, de potasse, de soude, d'ammoniaque, d'alumine et de zircone, décomposent le sulfite de glucine.

19, 20, 21, 22, 23, 24.

Les six *phosphites* des mêmes bases que les phosphates précédens décomposent aussi le sulfite de glucine. Il se forme un phosphite de cette base au lieu d'un phosphate.

25. *Fluate de barite.*

Il se forme du . . . . . { fluate de glucine. / sulfite de barite.

Attraction superflue.

26. *Fluate de strontiane.*

Il se forme du . . . . . { fluate de glucine. / sulfite de strontiane.

Attraction superflue.

27, 28, 29.

Les trois *borates* de strontiane, de magnésie et d'ammoniaque décomposent le sulfite de glucine.

30, 31, 32, 33, 34, 35, 36.

Les sept *carbonates* de barite, de strontiane, de chaux, de potasse, de soude, de magnésie et d'ammoniaque, décomposent le sulfite de glucine.

XXIV. SULFITE D'ALUMINE.

Est décomposé par les 24 suivans, outre le sulfate de zircone déja indiqué.

1. *Nitrate de barite.*

Il se forme du . . . . . { nitrate d'alumine. / sulfite de barite.

Attraction superflue.

2. *Nitrate de chaux.*

Il se forme du . . . . . { nitrate d'alumine. / sulfite de chaux.

Attraction superflue.

3. *Nitrate de zircone.*

Il se forme du . . . . . { nitrate d'alumine. / sulfite de zircone.

Attraction nécessaire.

4, 5, 6.

Les trois *nitrites* de barite, de chaux et de zircone décomposent le sulfite d'alumine comme les précédens.

7, 8, 9.

Les muriates de barite, de chaux et de zircone décomposent le sulfite d'alumine. Il se forme du muriate d'alumine et des sulfites variés.

10, 11.

Il n'y a que les deux *phosphates* acide de chaux et de zircone qui puissent décomposer le sulfite d'alumine.

12, 13.

Les deux *phosphites* des mêmes bases opèrent vraisemblablement une égale décomposition de ce sel.

On ne connaît aucune action des fluates sur le sulfite d'alumine.

14, 15, 16.

Il y a lieu de croire que les borates de barite, de strontiane et de magnésie décomposent le sulfite d'alumine.

17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24.

Les huit *carbonates* de barite, de strontiane, de chaux, de potasse, de soude, de magnésie, d'ammoniaque et de glucine décomposent le sulfite d'alumine. Il se forme du carbonate d'alumine et des sulfites divers.

XXV. SULFITE DE ZIRCONE.

Est décomposé par les 15 suivans.

1, 2. *Nitrates de barite et de chaux.*

Il se forme du . . . . . { nitrate de zircone. / sulfite de barite ou de chaux.

Attraction superflue.

3, 4. *Nitrites de barite et de chaux.*

Il se forme du . . . . . { nitrite de zircone. / sulfite de barite ou de chaux.

Attraction superflue.

5, 6, 7.

Muriates de barite, de strontiane et de chaux.

Attraction superflue.

Il se forme du muriate de zircone et des sulfites de barite, de strontiane ou de chaux.

On ignore l'action des phosphates sur le sulfite de chaux, ainsi que celle des phosphites.

On ignore également les doubles décompositions opérées sur le sulfite de zircone par les fluates et les borates.

8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15.

Les huit *carbonates* de barite, de strontiane, de chaux, de potasse, de soude, de magnésie, d'ammoniaque et de glucine décomposent le sulfite de zircone. Il se forme du carbonate de zircone et des sulfites variés suivant la nature des carbonates décomposans.

XXVI. NITRATE DE BARITE.

Nota. L'action des nitrates sur les nitrites est absolument inconnue.

Action des muriates.

On ignore l'action des muriates suroxigénés sur ce sel; il est décomposé par les douze suivans (1) :

(1) Outre les 20 sulfates ou sulfites précédemment indiqués.

1, 2, 3.

Phosphates de potasse, de soude et d'ammoniaque, *attraction nécessaire.* Il se forme du phosphate de barite et des nitrates variés.

Les phosphites paraissent se comporter à peu près comme les phosphates.

4, 5, 6.

Parmi les fluates, il n'y a que ceux de potasse, de soude et d'ammoniaque qui paraissent lui faire éprouver quelques changemens; mais cette décomposition est encore incertaine.

7, 8, 9.

Borates de potasse, de soude, d'ammoniaque, *attraction nécessaire.* Il se forme des borates de barite et des nitrates à diverses bases.

10, 11, 12.

Les carbonates de potasse, de soude et d'ammoniaque le décomposent par *attraction nécessaire*, et donnent des carbonates de barite et des nitrates de potasse, de soude et d'ammoniaque.

XXVII. NITRATE DE POTASSE.

Est décomposé par l'espèce suivante (1) :

1. *Muriate de barite.*

Il se forme du . . . . . { muriate de potasse. / nitrate de barite.

Attraction superflue.

---

(1) Outre les 9 sulfates ou sulfites précédemment indiqués.

Action des muriates oxigènes inconnue.

Celle des phosphates, phosphites, fluates, borates et carbonates nulle ou peu connue.

XXVIII. NITRATE DE SOUDE.

Est décomposé par les six suivans (1) :

1, 2. *Muriate de barite et de potasse.*

Il se forme des . . . . . { muriates de soude. / nitrates de barite et de potasse.

Attraction superflue.

On ignore l'action des muriates suroxigénés sur le nitrate de soude.

3. Le phosphate de potasse le décompose.

Il se forme du . . . . . { phosphate de soude. / nitrate de potasse.

Attraction superflue.

L'action des phosphites est à peu près comme celle des phosphates.

4. *Fluate de potasse.*

Il se forme du . . . . . { fluate de soude. / nitrate de potasse.

Attraction superflue.

5. *Borate de potasse.*

Il se forme du . . . . . { borate de soude. / nitrate de potasse.

Attraction superflue.

(1) Outre les 9 sulfates ou sulfites indiqués ci-dessus.

6. *Carbonate de potasse.*

Même action.

Il se forme du . . . . . { carbonate de soude. / nitrate de potasse.

Attraction superflue.

XXIX. NITRATE DE STRONTIANE.

Il est décomposé par les dix-sept suivans, outre les quatorze sulfates ou sulfites précédens.

1, 2, 3.

Muriates de barite, de potasse et de soude.

Attraction superflue.

Il se forme des muriates de strontiane et des nitrates de barite, de potasse et de soude.

Action des muriates oxigénés inconnue.

4, 5, 6, 7.

Les phosphates de barite, de potasse, de soude et d'ammoniaque le décomposent, et on a des phosphates de strontiane et des nitrates variés.

(4, 5, 6 par *attraction superflue*; 7, par *attraction nécessaire*.)

8.

Le phosphate de soude et d'ammoniaque paraît décomposer le nitrate de strontiane comme chacun de ces sels isolés?

Action des phosphites comme celle des phosphates.

9. *Fluate de potasse.*

Cette décomposition est vraisemblable ?

10, 11.

Les fluates de soude et d'ammoniaque décomposent le nitrate de strontiane, et on obtient des fluates de strontiane et des nitrates de soude et d'ammoniaque.

12, 13, 14.

Les borates de potasse, de soude et d'ammoniaque le décomposent comme ci-dessus ; les 12 et 13 par *attraction superflue* ; le 14 par *attraction nécessaire* : et il se forme des borates de strontiane et des nitrates à base variée.

15, 16, 17.

Carbonates de barite, potasse et soude : *Attraction superflue.*
Il se forme du carbonate de strontiane et des nitrates de barite, potasse et soude, suivant le carbonate décomposant.

XXX. NITRATE DE CHAUX.

Est décomposé par les vingt-cinq suivans ; outre huit sulfates déja indiqués, et neuf sulfites cités plus haut.

1, 2, 3, 4.

Les muriates de barite, de potasse, de soude et de strontiane le décomposent par *attraction superflue*, et il se forme du muriate de chaux et des nitrates divers.
L'action des muriates oxigénés est inconnue.

5, 6, 7, 8, 9.

Les phosphates de barite, de strontiane, de potasse, de soude et d'ammoniaque le décomposent également; les premiers par *attraction superflue*, le dernier par *attraction nécessaire*, et il se forme du phosphate de chaux et des nitrates variés.

10.

Le phosphate de magnésie paraît décomposer le nitrate de chaux, et de cette décomposition il doit résulter du . . . . . { phosphate de chaux. / muriate de magnésie.

Les phosphites se comportent avec le nitrate de chaux comme les phosphates.

11.

Le fluate de barite paraît le décomposer.

12.

Le fluate de strontiane décompose le nitrate de chaux. *Attraction superflue.*

Il se forme du . . . . . { fluate de chaux. / nitrate de strontiane.

13.

Fluate de magnésie; décomposition douteuse comme celle du fluate de barite ?

14, 15, 16.

Les fluates de potasse, de soude et d'ammoniaque le décomposent, et il se forme du . . . . . { fluate de chaux. / nitrate de potasse, de soude et d'ammoniaque.

17, 18, 19, 20, 21.

Les borates de barite, de strontiane, de potasse, soude et ammoniaque le décomposent et fournissent pour résultat des borates de chaux et des nitrates de barite, de strontiane, de potasse, de soude et d'ammoniaque.

22, 23, 24, 25.

Les carbonates de barite, de strontiane, de potasse et de soude décomposent le nitrate de chaux, et on obtient du carbonate de chaux et des nitrates à base variée.

XXXI. NITRATE D'AMMONIAQUE.

Est décomposé par les quatorze suivans, outre les quatre sulfates ou sulfites déja nommés.

1, 2, 3, 4, 5.

Les muriates de barite, potasse, soude, strontiane et chaux décomposent le nitrate d'ammoniaque par *attraction superflue*. Il se forme des muriates d'ammoniaque et des nitrates divers, suivant le muriate employé.

Action des muriates suroxigénés inconnue.

6, 7.

Les phosphates de potasse et de soude.

Il se forme du . . . . . { phosphate d'ammoniaque. / nitrate de potasse et de soude.

Attraction superflue.

Action des phosphites à peu près semblable à celle des phosphates.

8, 9.

Les fluates de potasse et de soude le décomposent.

Il en résulte du . . . . . { fluate d'ammoniaque, nitrate de potasse ou de soude.

Attraction superflue.

10, 11, 12.

Les borates de potasse, de soude et sursaturé de soude le décomposent.

Il en résulte du . . . . . { borate d'ammoniaque, nitrate de potasse ou de soude.

13, 14.

Les carbonates de potasse et de soude décomposent le nitrate d'ammoniaque par *attraction superflue*.

Il en résulte du . . . . . { carbonate d'ammoniaque, nitrate de potasse ou soude.

XXXII. NITRATE DE MAGNÉSIE.

Est décomposé par les vingt-un suivans, outre les neuf sulfates ou sulfites précédemment indiqués.

1, 2, 3, 4, 5.

Les muriates de barite, potasse, soude, strontiane et chaux décomposent le nitrate de magnésie par *attraction superflue*, et il résulte de cette décomposition du muriate de magnésie, et des nitrates à base variée.

6. *Muriate d'ammoniaque.*

Dans l'action de ce sel sur le nitrate de magnésie, il y a

partage réciproque des bases, et on obtient deux sels triples appelés . . . . { muriate d'ammoniaque et de magnésie. / nitrate d'ammoniaque et de magnésie.

L'action des muriates oxigénés est inconnue.

7.

Le phosphate de barite semble décomposer le nitrate de magnésie ?

8.

Il en est ainsi de l'action du phosphate de strontiane ?

9, 10, 11.

Les phosphates de potasse, de soude et d'ammoniaque, décomposent le nitrate de magnésie par *attraction superflue*. Il en résulte des phosphates de magnésie et des nitrates variés, avec cette différence que le phosphate d'ammoniaque doit agir ici (comme n°. 6) et former deux sels triples ou *trisules*.

Les phosphites se comportent avec le nitrate de magnésie sensiblement comme les phosphates.

12.

Le fluate de barite le décompose par *attraction superflue*. Il en résulte du nitrate de barite et du fluate de magnésie.

13.

La décomposition de ce sel par le fluate de strontiane n'est que supposée ?

14, 15, 16.

Les fluates de potasse, de soude et d'ammoniaque décomposent le nitrate de magnésie par *attraction superflue*; il se forme du fluate de magnésie et des nitrates variés.

17.

Le borate de strontiane paraît devoir le décomposer ?

18, 19.

Les borates de potasse et de soude le décomposent, et il se forme des nitrates de potasse et de soude.

20, 21.

Les carbonates de potasse et de soude décomposent le nitrate de magnésie par *attraction superflue*. Il se forme du carbonate de magnésie et des nitrates de potasse et de soude.

XXXIII. NITRATE AMMONIACO-MAGNÉSIEN.

Est décomposé par les vingt-un suivans, outre les sept sulfates ou sulfites déja indiqués.

1, 2, 3, 4, 5.

Les muriates de barite, de potasse, soude, strontiane, et chaux le décomposent par *attraction superflue*, et on obtient du muriate triple d'ammoniaque et de magnésie, et des nitrates de barite, potasse, soude, strontiane, ou chaux suivant le sel employé.

6.

Muriate d'ammoniaque ; il paraît que son action se borne à un partage réciproque des bases.

L'action des muriates oxigénés est inconnue.

7.

Phosphate de barite : la présence de ce sel détermine la décomposition du nitrate ammoniaco-magnésien, seulement à cause de la magnésie ; il en résulte du nitrate de barite et du phosphate ammoniaco-magnésien.

8, 9.

Les phosphates de potasse et de soude décomposent totalement le nitrate ammoniaco-magnésien, et il doit en résulter des nitrates de potasse et de soude, et du phosphate ammoniaco-magnésien ?

10.

Le phosphate d'ammoniaque ne décompose ce sel que par rapport à la magnésie, de sorte qu'il doit rester, après cette action, du nitrate d'ammoniaque et du phosphate de magnésie.

L'action des phosphites est à-peu-près semblable à celle des phosphates.

11, 12.

Les fluates de barite et de strontiane décomposent ce sel en raison seulement de sa portion de magnésie, et il en résulte des nitrates de barite, de strontiane et un fluate triple.

13, 14, 15.

Les fluates de potasse, soude et ammoniaque décomposent ce sel par *attraction superflue*, et il se forme un fluate triple et des nitrates de potasse, de soude et d'ammoniaque.

16.

Le borate de strontiane décompose le nitrate ammoniaco-magnésien par rapport à la magnésie seulement ; il se forme

du nitrate de strontiane et un borate triple d'ammoniaque et de magnésie.

17, 18, 19.

Les borates de potasse, de soude, d'ammoniaque décomposent le nitrate ammoniaco-magnésien, et on obtient un borate triple et des nitrates variés.

20, 21.

Les carbonates de potasse et de soude le décomposent par *attraction superflue*, et on a un carbonate triple et des nitrates de potasse et de soude.

XXXIV. NITRATE DE GLUCINE.

Est décomposé par les vingt suivans, outre les cinq sulfates ou sulfites précédemment cités.

1, 2, 3, 4, 5, 6.

Les muriates de barite, potasse, soude, strontiane, chaux et ammoniaque décomposent le nitrate de glucine par *attraction superflue*; et il se forme du muriate de glucine et des nitrates à base variée.

L'action des muriates suroxigénés sur le nitrate de glucine est inconnue.

7.

Le phosphate de barite paraît décomposer le nitrate de glucine, et il doit en résulter du phosphate de glucine et du nitrate de barite?

8, 9, 10.

Les phosphates de potasse, de soude et d'ammoniaque le décomposent par *attraction superflue*, et il en résulte du phosphate de glucine et des nitrates variés.

11.

Phosphate de magnésie ; décomposition supposée ?

L'action des phosphites est à peu près semblable à celle des phosphates.

12, 13, 14.

Les fluates de potasse, soude, et ammoniaque décomposent par *attraction superflue* le nitrate de glucine ; et il se forme du fluate de glucine et des nitrites variés.

15, 16, 17.

Les borates de potasse, soude et ammoniaque se comportent avec ce sel comme les trois précédens ; il se forme du borate de glucine et des nitrates divers.

18, 19, 20.

Les carbonates de potasse, soude et magnésie décomposent le nitrate de glucine par *attraction superflue*. Il se forme du carbonate de glucine et des nitrates de potasse, soude et magnésie.

XXXV. NITRATE D'ALUMINE.

Est décomposé par les vingt-trois suivans, outre les huit sulfates ou sulfites déja indiqués.

1, 2, 3, 4, 5, 6, 7.

Les muriates de barite, potasse, soude, strontiane, chaux, ammoniaque, et glucine décomposent par *attraction superflue* le nitrate d'alumine; et il se forme du muriate de glucine et des nitrates variés.

L'action des muriates oxigénés est inconnue.

8, 9.

Les phosphates de barite et de strontiane décomposent le nitrate d'alumine, et on obtient du phosphate d'alumine et des nitrates de barite et de strontiane; *supposé ?*

10.

Le phosphate de magnésie paraît agir de même ?

11, 12, 13.

Les phosphates de potasse, soude, ammoniaque et glucine le décomposent; il en résulte du phosphate d'alumine et des nitrates divers.

L'action des phosphites est à-peu-près semblable à celle des phosphates.

14, 15, 16.

Les fluates de potasse, soude et ammoniaque décomposent par *attraction superflue* le nitrate d'alumine, et il se forme du fluate d'alumine et des nitrates de potasse, soude et ammoniaque.

17, 18, 19.

Les borates de potasse, soude et ammoniaque agissent sur ce sel comme les précédens, et il en résulte du borate d'alumine et des nitrates divers.

20, 21, 22, 23.

Les carbonates de potasse, soude, magnésie et glucine décomposent le nitrate d'alumine, et il en résulte du carbonate d'alumine et des nitrates à diverses bases.

XXXVI. NITRATE DE ZIRCONE.

Il est décomposé par les 27 suivans, outre les huit *sulfites* déja indiqués; (*sulfates* 0.)

1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8.

Les muriates de barite, potasse, soude, strontiane, chaux, ammoniaque, glucine et alumine le décomposent par *attraction superflue*. Il se forme du muriate de zircone et des nitrates divers.

L'action des muriates oxigénés est inconnue.

9, 10.

Les phosphates de barite et de strontiane paraissent le décomposer; il en doit résulter du phosphate de zircone et des nitrates de barite et de strontiane.

11, 12, 13, 14, 15, 16.

Les phosphates de potasse, soude, ammoniaque, magnésie, glucine, alumine décomposent le nitrate de zircone par *attraction superflue*. Il se forme du phosphate de zircone et des nitrates variés.

L'action des phosphites est à-peu-près semblable à celle des phosphates.

17, 18, 19.

Les fluates de potasse, de soude, d'ammoniaque décomposent le nitrate de zircone. Il se forme du fluate de zircone et des nitrates de potasse, soude et ammoniaque.

20, 21, 22.

Les borates de potasse, soude et ammoniaque agissent sur ce sel comme les précédens et diffèrent seulement dans le résultat qui est, d'une part, du borate de zircone, et de l'autre, des nitrates de potasse, de soude et d'ammoniaque.

23, 24, 25, 26, 27.

Les carbonates de potasse, soude, magnésie, glucine et alumine décomposent ce sel; il se forme du carbonate de zircone et des nitrates variés.

XXXVII jusqu'à XLVII inclusivement. NITRITES.

L'action des autres sels sur les nitrites est trop peu connue pour être déterminée ici d'une manière exacte.

XLVIII. MURIATE DE BARITE.

Il est décomposé par les 10 suivans, outre les treize *sulfates*, les huit *sulfites* et les dix *nitrates* déja indiqués.

L'action des muriates oxigénés sur le muriate de barite est inconnue.

1, 2, 3.

Les phosphates de potasse, soude, ammoniaque sont décomposés par le muriate de barite; il se forme du phosphate de barite et des muriates de potasse, soude, ammoniaque. *Attraction nécessaire.*

Les phosphites se comportent à-peu-près comme les phosphates.

Aucun fluate n'est susceptible de décomposer le muriate de barite.

4, 5, 6, 7.

Les borates de potasse, soude, sursaturé de soude et ammoniaque décomposent le muriate de barite; il en résulte du borate de barite et des phosphates de potasse, soude et ammoniaque. *Attraction nécessaire.*

8, 9, 10.

Les carbonates de potasse, soude et ammoniaque le décomposent aussi par *attraction nécessaire.*

XLIX. MURIATE DE POTASSE.

Est décomposé par le suivant, outre les six *sulfates* et les neuf *nitrates* déjà cités.

L'action des muriates oxigénés 6.

Les phosphates et phosphites n'ont aucune action sur le muriate de potasse.

1.

Le fluate de barite décompose le muriate de potasse par *attraction superflue.* Il se forme du fluate de potasse et du muriate de barite.

L'action des carbonates sur ce sel paraît nulle, ainsi que celle des borates.

L. MURIATE DE SOUDE.

Est décomposé par les 6 suivans, outre les huit *sulfates* ou *sulfites* et les huit *nitrates* déja cités.

L'action des muriates oxigénés o.

1.

Le phosphate de potasse décompose le muriate de soude par *attraction superflue*.

Les phosphites se comportent avec ce sel comme les phosphates.

2, 3.

Les fluates de barite et de potasse décomposent le muriate de soude par *attraction superflue*. Il en résulte du fluate de soude et des muriates de barite et de potasse.

4.

Le fluate d'ammoniaque paraît décomposer le muriate de soude; il en résulte, par *attraction nécessaire*, du fluate de soude et du muriate d'ammoniaque?

5. *Borate de potasse.*

Il se forme du . . . . . { borate de soude. / muriate de potasse.

Attraction nécessaire.

6. *Carbonate de potasse.*

Il en résulte du . . . . . { carbonate de soude. / muriate de potasse.

Attraction nécessaire.

LI. MURIATE DE STRONTIANE.

Est décomposé par les 15 suivans, outre les dix *sulfates*, les sept *sulfites* et les sept *nitrates* déja indiqués.

L'action des muriates oxigénés o.

1.

Le phosphate de barite décompose le muriate de strontiane par *attraction superflue*. Il se forme du phosphate de strontiane et du muriate de barite.

2, 3, 4.

Les phosphates de potasse, de soude, d'ammoniaque le décomposent : *attraction superflue* pour les 2 premiers, et *nécessaire* pour le 3e. Il en résulte du phosphate de strontiane et des muriates variés.

Les phosphites se comportent comme les phosphates.

5.

Le phosphate de barite paraît décomposer le muriate de strontiane ; il se forme du phosphate de strontiane et du muriate de barite ?

6, 7.

Les fluates de potasse et de soude, quoique peu connus dans

leur mode de décomposition avec le muriate de strontiane, paraissent le décomposer ?

8, 9, 10, 11.

Les borates de potasse, soude, sursaturé de soude et ammoniaque décomposent le muriate de strontiane, et cette décomposition fournit du borate de strontiane et des muriates divers.

12.

Le carbonate de barite paraît décomposer ce sel?

13, 14, 15.

Les carbonates de potasse, de soude et d'ammoniaque décomposent le muriate de strontiane, et il se forme du carbonate de strontiane et des muriates variés.

LII. MURIATE DE CHAUX.

Est décomposé par les 23 suivans, outre les huit *sulfates*, neuf *sulfites* et six *nitrates* précédemment indiqués.

L'action des muriates oxigénés o.

1, 2, 3, 4, 5.

Les phosphates de barite, strontiane, potasse, soude et ammoniaque décomposent le muriate de strontiane; il se forme du phosphate de chaux et des muriates de barite, strontiane, potasse, soude et ammoniaque.

6.

Le phosphate de magnésie paraît décomposer ce sel ?

L'action des phosphites est à peu près semblable à celle des phosphates.

7, 8, 9, 10, 11, 12.

Les fluates de barite, strontiane, magnésie, potasse, soude et ammoniaque décomposent le muriate de chaux ; il se forme du fluate de chaux et des muriates qui varient suivant le phosphate décomposant.

13, 14, 15, 16, 17, 18.

Les borates de barite, strontiane, potasse, soude, ammoniaque décomposent le muriate de chaux par *attraction superflue*. Il en résulte du borate de chaux et des muriates à base variée.

19, 20.

Les carbonates de barite et de strontiane paraissent décomposer le muriate de chaux?

21, 22, 23.

Les carbonates de potasse, soude et ammoniaque décomposent le muriate de chaux, et on obtient du carbonate de chaux et des phosphates variés.

LIII. MURIATE D'AMMONIAQUE.

Est décomposé par les 11 suivans, outre les trois *sulfates*, les deux *sulfites* et les deux nitrates ci-dessus indiqués.

Les muriates oxigénés 0.

1, 2.

Les phosphates de potasse et de soude décomposent le

muriate d'ammoniaque par *attraction superflue* ; il se forme du phosphate d'ammoniaque et des muriates de potasse et de soude.

Les phosphites se comportent avec ce sel comme les phosphates.

3, 4, 5, 6.

Les fluates de barite, strontiane, potasse et soude décomposent le muriate d'ammoniaque, et il se forme du fluate d'ammoniaque et des muriates variés.

7, 8.

Les borates de potasse et soude décomposent le muriate d'ammoniaque.

Il se forme du . . . . . { borate d'ammoniaque. / muriate de potasse ou soude.

Attraction superflue.

9, 10.

Les carbonates de potasse et de soude se comportent de même.

Il se forme du . . . . . { carbonate d'ammoniaque. / muriate de potasse ou de soude.

11.

Le carbonate de magnésie paraît décomposer le muriate d'ammoniaque, et former de part et d'autre des sels triples?

LIV. MURIATE DE MAGNÉSIE.

Est décomposé par les 19 suivans, outre les quatre *sulfates* et le *sulfite* précédemment indiqués.

L'action des nitrates et des muriates oxigénés o.

1, 2.

Les phosphates de barite et de strontiane sont présumés devoir décomposer, par *attraction superflue*, le muriate de magnésie; il doit en résulter du phosphate de magnésie et des muriates de barite et de strontiane?

3, 4, 5.

Les phosphates de potasse, de soude et d'ammoniaque décomposent le muriate de magnésie par *attraction superflue*; il se forme du phosphate de magnésie et des muriates divers.

Les phosphites se comportent comme les phosphates.

6, 7.

Les fluates de strontiane et de soude décomposent le muriate de magnésie par *attraction superflue*; il en résulte du fluate de magnésie et des nitrates de soude et de strontiane.

8, 9, 10.

Les fluates de barite, de potasse et d'ammoniaque semblent devoir décomposer le muriate de magnésie, et il en résulterait du fluate de magnésie et des muriates divers?

11, 12.

Les borates de barite et de strontiane paraissent décomposer le muriate de magnésie?

13, 14, 15, 16.

Les borates de potasse, soude, sursaturé de soude et ammoniaque décomposent le muriate de magnésie, et il en résulte du borate de magnésie et des muriates variés.

17, 18, 19.

Les carbonates de potasse, soude et ammoniaque décomposent le muriate de magnésie par *attraction superflue;* il se forme du carbonate de magnésie et des muriates variés.

LV. MURIATE AMMONIACO-MAGNÉSIEN.

Est décomposé par les 19 suivans, outre les quatre *sulfates*, et les quatre *sulfites* déja cités.

L'action des nitrates et muriates oxig. o.

1, 2, 3.

Les phosphates de barite, de strontiane et d'ammoniaque paraissent devoir décomposer le muriate ammoniaco-magnésien seulement, par rapport à la magnésie; il doit alors résulter du phosphate triple et des muriates variés de barite, de strontiane et d'ammoniaque.

4, 5.

Les phosphates de potasse et de soude le décomposent par *attraction superflue*, et il en résulte un phosphate triple et des muriates de potasse et de soude.

L'action des phosphites est semblable à celle des phosphates.

6.

Le fluate de barite décompose le muriate ammoniaco-magnésien seulement, à ce qu'il paraît, par rapport à la magnésie?

7, 8, 9.

Les fluates de strontiane, potasse et soude le décomposent,

attraction superflue, il en résulte des fluates triples ammoniaco-magnésien et des muriates variés.

10.

Le fluate d'ammoniaque paraît en décomposer seulement une partie. Il se forme sans doute du fluate triple et du muriate d'ammoniaque ?

11, 12, 13.

Les borates de barite, strontiane et ammoniaque se comportent avec ce sel comme les numéros 7, 8, 9.

14.

Le borate magnésio-calcaire, quoique peu connu dans ses attractions, paraît opérer ici une sorte de décomposition dont il pourrait résulter un borate ammoniaco-magnésien, et un muriate magnésio-calcaire?

15.

Le fluate d'ammoniaque décompose ce sel triple en raison d'un peu de magnésie, et il se forme peut être deux sels triples.

16, 17, 18, 19.

Les carbonates de potasse, de soude et d'ammoniaque décomposent le muriate ammoniaco-magnésien, et il en résulte des carbonates triples et des muriates divers.

LVI. MURIATE DE GLUCINE.

Est décomposé par les 24 suivans, outre les cinq *sulfates* ou *sulfites* et les deux *nitrates* déja cités.

Les muriates oxigénés 0.

1, 2, 3.

Les phosphates de barite, strontiane et magnésie décomposent le muriate de glucine par *attraction superflue;* il en résulte du phosphate de glucine et des muriates variés?

4, 5, 6.

Les phosphates de potasse, de soude et d'ammoniaque décomposent ce muriate par *attraction superflue*, et il se forme du phosphate de glucine et des muriates divers.

Les phosphites paraissent se comporter comme les précédens.

7, 8, 9, 10, 11, 12.

Les fluates de barite, potasse, soude, strontiane, magnésie et d'ammoniaque décomposent ce sel; et il se forme du fluate de glucine et des muriates divers, suivant le sel décomposant.

13, 14, 15.

Les borates de barite, strontiane, magnésie décomposent probablement le muriate de glucine; il doit en résulter du borate de glucine et des muriates variés?

16, 17, 18.

Les borates de potasse, de soude et d'ammoniaque sont décomposés par le muriate de glucine; il en résulte du borate de glucine et des muriates divers.

19, 20.

Les carbonates de chaux et de magnésie paraissent décomposer le muriate de glucine, et il en résulte du carbonate de glucine et des muriates variés.

21, 22, 23, 24.

Les carbonates de strontiane, de potasse, de soude et d'ammoniaque décomposent le muriate de glucine; il se forme par *attraction superflue* du carbonate de glucine et des muriates divers.

LVII. MURIATE D'ALUMINE.

Est décomposé par les 25 suivans, outre les neuf *sulfates* et *sulfites* et le nitrate déja cités.

Muriates oxigénés 0.

1, 2, 3.

Les phosphates de barite, strontiane et magnésie semblent décomposer le muriate d'alumine?

4, 5, 6, 7.

Les phosphates de potasse, soude, ammoniaque et glucine le décomposent; il se forme du phosphate d'alumine et des muriates variés.

L'action des phosphites est à peu près égale à celle des phosphates.

8, 9, 10, 11, 12, 13.

Les fluates de barite, strontiane, magnésie, potasse, soude, et ammoniaque décomposent le muriate d'alumine, et il se forme des muriates divers.

14, 15.

Les borates de barite et de strontiane semblent opérer la décomposition de ce sel?

16, 17, 18, 19.

Les borates de magnésie, potasse, soude et ammoniaque, par *attraction superflue*, décomposent le muriate d'alumine; il se forme du borate d'alumine et des muriates variés.

20, 21, 22, 23, 24, 25.

Les carbonates de barite, chaux, potasse, soude, magnésie et ammoniaque décomposent le muriate d'alumine, et il en résulte du carbonate d'alumine et des muriates variés.

La décomposition par le carbonate de barite (20) paraît douteuse, ou est seulement à présumer?

LVIII. MURIATE DE ZIRCONE.

Est décomposé par les 26 suivans, outre les sept *sulfites* déja indiqués.

Sulfates, nitrates et muriates oxigénés 0.

1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8.

Les phosphates de barite, strontiane, potasse, soude, ammoniaque, magnésie, glucine, alumine, décomposent le muriate de zircone; il en résulte du phosphate de zircone et des muriates divers, suivant le sel décomposant.

Les phosphites opèrent sur le muriate de zircone une action analogue à celle des phosphates.

9, 10, 11, 12, 13, 14.

Les fluates de barite, strontiane, magnésie, potasse, soude et ammoniaque décomposent le muriate de zircone; il se forme du fluate de zircone et des muriates très-variés.

15, 16.

Les borates de barite et de strontiane semblent le décomposer ?

17, 18, 19, 20.

Les borates de magnésie, potasse, soude et ammoniaque le décomposent, et il se forme du borate de zircone et des muriates variés.

21.

Le carbonate de barite est présumé le décomposer?

22, 23, 24, 25, 26.

Les carbonates de chaux, potasse, soude, magnésie et ammoniaque le décomposent.

LIX. MURIATE DE SILICE.

Il est décomposé par les 18 suivans, outre l'action des précédens, qui n'a point encore été assez appréciée pour avoir pu être énoncée.

Muriates oxigénés 0.

1, 2, 3, 4.

Les phosphates de potasse, soude, ammoniaque et de magnésie le décomposent; il en résulte par *attraction superflue*, du phosphate de silice et des muriates de potasse, soude, ammoniaque et magnésie.

Les phosphites se comportent comme les phosphates.

5, 6, 7.

Les fluates de strontiane, magnésie et potasse semblent décomposer ce sel ?

8, 9.

Le fluate de soude et d'ammoniaque décomposent le muriate de silice, et il se forme du fluate de silice et des muriates de soude et d'ammoniaque.

10, 11, 12.

Les borates de potasse, soude et ammoniaque décomposent par *attraction superfiue* le muriate de silice et on obtient du borate de silice et des muriates divers.

13, 14, 15, 16, 17, 18.

Les carbonates de barite, chaux, potasse, soude, ammoniaque et magnésie décomposent le muriate de silice et on obtient des muriates variés, suivant le carbonate employé, sans qu'il se forme du carbonate de silice.

LX jusqu'à LXVIII inclusivement. MURIATES OXIGÉNÉS.

Les 9 espèces de muriates oxigénés ou suroxigénés sont encore trop peu connues pour qu'il ait été possible d'apprécier les effets des doubles attractions entre elles et toutes les autres espèces de sels.

On n'a pas même indiqué encore les décompositions dont le muriate suroxigéné de potasse, le seul connu, est susceptible.

LXIX. PHOSPHATE DE BARITE.

Est décomposé par les 2 suivans, outre les 13 *sulfates*, 3 *sulfites*, 6 *nitrates*, 6 *nitrites* et les 7 *muriates* déja cités.

1.

Carbonate de potasse; il se forme du carbonate de barite et du phosphate de potasse; l'attraction double est nécessaire.

2.

Carbonate de soude; il se forme du carbonate de barite et du phosphate de soude; l'attraction double est nécessaire.

LXX. PHOSPHATE DE CHAUX.

Est décomposé par les 5 suivans.

1, 2, 3, 4, 5.

Phosphite de barite?
Fluate de barite;
Fluate de potasse;
Fluate de soude;
Borate de barite.

LXXI. PHOSPHATE ACIDE DE CHAUX.

Est décomposé par les 18 suivans, outre les neuf *sulfates* ou *sulfites* déja cités (nitrates, nitrites, muriates, muriates oxigénés 0).

1.

Phosphite de chaux ; l'excès d'acide phosphorique se combine avec la chaux et met à nu l'acide phosphorique.

2.

Phosphite de barite.

3.

Phosphite de strontiane ; il arrive avec celui-ci ce qui arrive avec le phosphite de chaux.

4, 5, 6, 7.

Fluates de barite, de potasse, de soude et d'ammoniaque.

8, 9, 10.

Borates de barite, de potasse et de soude.

10, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18.

Carbonates de barite, de strontiane, de chaux, de potasse, de soude, de magnésie, d'ammoniaque et de glucine.

Ces 8 derniers sels, c'est-à-dire tous les carbonates ne font que saturer l'excès d'acide phosphorique, d'où il résulte deux phosphates différens (à moins qu'on ne se serve de carbonate de chaux) ; savoir, un phosphate à base du carbonate employé, et du phosphate de chaux.

LXXII. PHOSPHATE DE STRONTIANE.

Est décomposé par les 13 suivans, outre les 5 *sulfates* ou *sulfites*, 4 *nitrates* et les 6 *muriates* précédemment indiqués.

1, 2.

Phosphites de barite et de potasse.

3, 4, 5, 6.

Fluates de barite, de potasse, de soude et d'ammoniaque.

7, 8, 9.

Borates de barite, de potasse et de soude.

10, 11, 12, 13.

Carbonates de barite, de chaux, de potasse et de soude.

LXXIII. PHOSPHATE DE POTASSE.

Est décomposé par les 8 suivans, outre les 16 *sulfates* ou *sulfites*, 10 *nitrates* et les 11 *muriates* cités ci-dessus (nitrates et muriates oxigénés 0).

1, 2.

Phosphites de chaux, de barite.

3, 4.

Fluates de chaux et de barite.

5, 6.

Borates de chaux et de barite.

7, 8.

Carbonates de barite et de chaux.

LXXIV. PHOSPHATE DE SOUDE.

Est décomposé par les 12 suivans, outre les 15 *sulfates* et *sulfites*, 9 *nitrates* et 10 *muriates* cités ci-dessus.

1, 2, 3.

Phosphites de chaux, de barite, de potasse.

4, 5, 6.

Fluates de chaux, de barite et de potasse.

7, 8, 9.

Borates de chaux, de barite, et de potasse.

10, 11, 12.

Carbonates de barite, de chaux et de potasse.

LXXV. PHOSPHATE D'AMMONIAQUE.

Est décomposé par les 23 suivans, outre les 15 *sulfates* ou *sulfites*, 8 *nitrates*, 9 *muriates* cités ci-dessus.

1, 2, 3, 4, 5, 6.

Phosphites de chaux, de barite, de strontiane, de magnésie, de potasse et de soude.

7, 8, 9, 10, 11, 12.

Fluates de chaux, de barite, de strontiane, de magnésie, de potasse, de soude.

13, 14, 15, 16, 17, 18.

Borates de chaux, de barite, de strontiane, de magnésie, de potasse et de soude.

19, 20, 21, 22, 23.

Carbonates de barite, de strontiane, de chaux, de potasse et de soude.

LXXVI. PHOSPHATE DE SOUDE ET D'AMMONIAQUE.

Est décomposé par les 19 suivans, outre les 5 *sulfates* ou *sulfites* et le *nitrate* déja cités (muriates 0).

1, 2, 3, 4.

Phosphites de chaux, de barite, de potasse et de soude, par rapport à l'ammoniaque.

5, 6, 7, 8, 9.

Fluates de chaux, de barite, de strontiane, de potasse, de soude par rapport à l'ammoniaque

10, 11, 12, 13, 14, 15.

Borates de chaux, de barite, de strontiane, de potasse, de soude, sursaturé de soude.

16, 17, 18, 19.

Carbonates de barite, de chaux, de potasse et de soude.

LXXVII. PHOSPHATE DE MAGNÉSIE.

Décomposé par les vingt suivans, outre les 7 *sulfates* ou *sulfites*, 3 *nitrates*, 4 *muriates* précédemment cités.

1, 2, 3, 4, 5.

Phosphites de chaux, de barite, de strontiane, de potasse et de soude.

6, 7, 8, 9, 10, 11.

Fluates de chaux, de barite, de strontiane, de potasse, de soude et d'ammoniaque.

12, 13, 14, 15, 16.

Borates de chaux, de barite, de strontiane, de potasse et de soude.

17, 18, 19, 20.

Carbonates de strontiane, de chaux, de potasse et de soude.

LXXVIII. PHOSPHATE AMMONIACO-MAGNÉSIEN.

Est décomposé par les 19 suivans, outre les 7 *sulfates* ou *sulfites* déja cités (nitrates et muriates o).

1, 2, 3, 4, 5.

Phosphites de chaux, de barite, de strontiane, de potasse et de soude.

6, 7, 8, 9, 10.

Fluates de chaux, de barite, de strontiane, de potasse et de soude.

11, 12, 13, 14, 15.

Borates de chaux, de barite, de strontiane, de potasse et de soude.

16, 17, 18, 19.

Carbonates de strontiane, de chaux, de potasse et de soude.

LXXIX. PHOSPHATE DE GLUCINE.

Est décomposé par les 27 suivans, outre les 10 *sulfates* ou *sulfites*, 2 *nitrates* et 2 *muriates* précédemment traités.

1, 2, 3, 4, 5, 6, 7.

Phosphites de chaux, de barite, de strontiane, de magnésie, de potasse, de soude et d'ammoniaque.

8, 9, 10, 11, 12, 13, 14.

Fluates de chaux, de barite, de strontiane, de magnésie, de potasse, de soude et d'ammoniaque.

15, 16, 17, 18, 19, 20, 21.

Borates de chaux, de barite, de strontiane, de magnésie, de potasse, de soude et d'ammoniaque.

22, 23, 24, 25, 26, 27.

Carbonates de barite, de strontiane, de chaux, de potasse, de soude et d'ammoniaque.

LXXX. PHOSPHATE D'ALUMINE.

Est décomposé par les 30 suivans, outre les 11 *sulfates* ou *sulfites*, un *nitrate*, et un *muriate* déja cités.

1, 2, 3, 4, 5, 6, 7.

Phosphites de chaux, de barite, de strontiane, de magnésie, de potasse, de soude et d'ammoniaque.

8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15.

Fluates de chaux, de barite, de strontiane, de magnésie, de potasse, de soude, d'ammoniaque et de glucine.

16, 17, 18, 19, 20, 21, 22.

Borates de chaux, de barite, de strontiane, de magnésie, de potasse, de soude et d'ammoniaque.

23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30.

Carbonates de barite, de strontiane, de chaux, de potasse, de soude, de magnésie, d'ammoniaque et de glucine.

LXXXI. PHOSPHATE DE ZIRCONE.

Est décomposé par les 34 suivans, outre les 10 *sulfites* déja cités (sulfites, nitrates et muriates o).

1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9.

Phosphites de chaux, de barite, de strontiane, de magnésie, de potasse, de soude, d'ammoniaque, de glucine et d'alumine.

10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17.

Fluates de chaux, de barite, de strontiane, de magnésie, de potasse, de soude, d'ammoniaque et de glucine.

18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25.

Borates de chaux, de barite, de strontiane, de magnésie, de potasse, de soude, d'ammoniaque et de glucine.

26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34.

Carbonates de strontiane, de chaux, de potasse, de soude, d'ammoniaque, de magnésie, ammoniaco-magnésien, de glucine et d'alumine.

LXXXII. PHOSPHATE DE SILICE.

Est décomposé par les 39 suivans, outre un *sulfate* déja cité (sulfites, nitrates, muriates o).

1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9.

Phosphites de chaux, de barite, de strontiane, de magnésie, de potasse, de soude, d'ammoniaque, d'alumine et de glucine.

10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20.

Fluates de chaux, de barite, de strontiane, de magnésie, de potasse, de soude, d'ammoniaque, d'alumine, de glucine et deux triples.

21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30.

Borates de chaux, de barite, de strontiane, de magnésie, de potasse, de soude, d'ammoniaque, d'alumine, de glucine et de zircone.

31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39.

Carbonates de barite, de strontiane, de chaux, de potasse, de soude, d'ammoniaque, de magnésie, d'alumine et de glucine.

LXXXIII à XCIII inclusivement.

Les 11 espèces de phosphites que j'ai décrites n'ont point encore été assez examinées pour qu'il soit possible de présenter une série un peu exacte des doubles décompositions qu'ils sont susceptibles d'éprouver de la part des fluates, des borates et des carbonates. On a vu dans les 8 espèces de sels précédens quelle était l'action de la plupart des phosphites sur les sulfates, les sulfites, les nitrates, les nitrites, les

muriates et les phosphates. Il est aisé d'ajouter à ces décompositions celles des phosphites qui, relativement à leur altérabilité par les fluates, les borates et les carbonates, doivent se rapprocher beaucoup de celles qui viennent d'être indiquées pour les phosphates; mais ces effets, quelque vraisemblables qu'ils soient, n'ayant point encore été verifiés par l'expérience, je n'ai pas cru devoir les présenter ici avec le même détail que pour les espèces précédentes et pour les suivantes.

XCIV. FLUATE DE CHAUX.

Est décomposé par les 2 suivans, outre les 10 *phosphates* déja cités (sulfates, sulfites, nitrates, nitrites, muriates oxigénés 0).

1.

Carbonate de potasse.

2.

Carbonate de soude.

XCV. FLUATE DE BARITE.

Est décomposé par les 8 suivans, outre les 16 *sulfates* ou *sulfites*, 3 *nitrates*, 10 *muriates* et les 12 *phosphates* déja cités.

1, 2, 3, 4.

Borates de chaux, de potasse, de soude, sursaturé de soude.

5, 6, 7, 8.

Carbonates de chaux, de potasse, de soude et d'ammoniaque.

XCVI. FLUATE DE STRONTIANE.

Est décomposé par les 7 suivans, outre les 14 *sulfates* ou *sulfites*, 3 *nitrates*, 9 *muriates* et les 8 *phosphates* déja cités.

1, 2, 3.

Borates de barite, de potasse et de soude.

4, 5, 6, 7.

Carbonates de chaux, de potasse, de soude et d'ammoniaque.

XCVII. FLUATE DE MAGNÉSIE.

Est décomposé par les 10 suivans, outre les 8 *sulfates* ou *sulfites*, 1 *nitrate*, 6 *muriates*, 5 *phosphates* déja cités.

1, 2, 3, 4, 5.

Borates de chaux, de barite, de strontiane, de potasse et de soude.

6, 7, 8, 9, 10.

Carbonates de strontiane, de chaux, de potasse, de soude et d'ammoniaque.

XCVIII. FLUATE DE POTASSE.

Est décomposé par les 3 suivans, outre les 10 *sulfates* ou *sulfites*, 10 *nitrates*, 11 *muriates*, 12 *phosphates* déja cités.

1, 2, 3.

Borates de chaux, de barite et de strontiane.

XCIX. FLUATE DE SOUDE.

Est décomposé par les 6 suivans, ou les 9 *sulfates* ou *sulfites*, 9 *nitrates*, 10 *muriates*, 10 *phosphates* déja cités.

1, 2, 3, 4.

Borates de chaux, de barite, de strontiane et de potasse.

5, 6.

Carbonates de potasse et d'ammoniaque?

C. FLUATE DE SOUDE SILICÉ.

On ne connaît pas la manière dont il se comporte avec les autres sels.

CI. FLUATE D'AMMONIAQUE.

Est décomposé par les 8 suivans, outre les 9 *sulfates* ou *sulfites*, 8 *nitrates*, 8 *muriates* et les 7 *phosphates* déja cités.

1, 2, 3, 4, 5.

Borates de chaux, de barite, de strontiane, de potasse et de soude.

6, 7, 8.

Carbonates de chaux, de potasse et de soude.

CII. FLUATE AMMONIACO-MAGNÉSIEN.

Est décomposé par les 10 suivans; son action sur les précédens n'a pas été examinée.

1, 2, 3, 4, 5.

Borates de chaux, de barite, de strontiane, de potasse et de soude.

6, 7, 8, 9, 10.

Carbonates de strontiane, de chaux, de potasse, de soude et d'ammoniaque.

CIII. FLUATE AMMONIACO-SILICÉ.

Son action sur les autres sels n'est pas connue.

CIV. FLUATE DE GLUCINE.

Est décomposé par les 14 suivans, outre les 2 *sulfates* ou *sulfites* et les 3 *phosphates* déja cités.

1, 2, 3, 4, 5, 6, 7.

Borates de chaux, de barite, de strontiane, de magnésie, de potasse, de soude et d'ammoniaque.

8, 9, 10, 11, 12, 13, 14.

Carbonates de barite, de strontiane, de chaux, de potasse, de soude, de magnésie et d'ammoniaque.

CV. FLUATE D'ALUMINE.

Est décomposé par les 16 suivans, outre le *phosphate* déja cité.

1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8.

Borates de chaux, de barite, de strontiane, de magnésie, de potasse, de soude, d'ammoniaque et de glucine.

9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16.

Carbonates de barite, de strontiane, de chaux, de potasse, de soude, de magnésie, d'ammoniaque et de glucine.

CVI. FLUATE DE ZIRCONE.

Est décomposé par les 18 suivans; son action sur les sels précédens n'est pas connue.

1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9.

Borates de chaux, de barite, de strontiane, de magnésie, de potasse, de soude, d'ammoniaque, de glucine et d'alumine.

10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18.

Carbonates de barite, de strontiane, de chaux, de potasse, de soude, de magnésie, d'ammoniaque, d'alumine et de glucine.

CVII. FLUATE DE SILICE.

Est décomposé par les 20 suivans, et n'est décomposé par aucun des sels neutres précédens.

1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11.

Borates de chaux, de barite, de strontiane, de magnésie, de potasse, de soude, sursaturé de soude, d'ammoniaque, de glucine, d'alumine et de zircone.

12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20.

Carbonates de barite, de strontiane, de chaux, de potasse, de soude, d'ammoniaque, de magnésie, de glucine et d'alumine.

CVIII. BORATE DE CHAUX.

N'est décomposé par aucun des suivans, mais par 10 *phosphates et* 10 *fluates* déja cités.

CIX. BORATE DE BARITE.

N'est décomposé par aucun des suivans, mais bien par 11 *sulfates* ou *sulfites*, 1 *nitrate*, 4 *muriates*, 12 *phosphates* et 10 *fluates* déja cités.

CX. BORATE DE STRONTIANE.

Est décomposé par le carbonate de strontiane, outre les 10 *sulfates* ou *sulfites*, 3 *nitrates*, 4 *muriates*, 7 *phosphates*, 9 *fluates* déja cités.

CXI. BORATE DE MAGNÉSIE.

Est décomposé par les 5 suivans, outre les 6 *sulfates* ou *sulfites*, 2 *muriates*, 5 *phosphates*, 4 *fluates* déja cités.

1, 2, 3, 4, 5.

Carbonate de barite, de strontiane, de chaux, de potasse et de soude.

CXII. BORATE MAGNESIO-CALCAIRE.

Son action sur les sels n'est pas bien connue; il est décomposé par un *muriate* déja cité.

CXIII. BORATE DE POTASSE.

N'est décomposé par aucun des suivans, mais bien par les 13 *sulfates* ou *sulfites*, 10 *nitrates*, 9 *muriates*, 10 *phosphates* et les 10 *fluates* déja cités.

CXIV. BORATE DE SOUDE.

Est décomposé par le carbonate de potasse, outre les 11 *sulfates* ou *sulfites*, 9 *nitrates*, 8 *muriates*, 8 *phosphates* et les 8 *fluates* cités.

CXV. BORATE SURSATURÉ DE SOUDE.

Il se comporte comme le précédent et est décomposé de même.

CXVI. BORATE D'AMMONIAQUE.

Est décomposé par les 6 suivans, outre les 10 *sulfates* ou *sulfites*, 7 *nitrates*, 8 *muriates*, 4 *phosphates* et 4 *fluates* déja cités.

1, 2, 3, 4, 5, 6.

Carbonates de barite, de strontiane, de chaux, de potasse, de soude et de magnésie.

CXVII. BORATE AMMONIACO-MAGNÉSIEN.

On n'a point encore examiné la manière d'agir de ce sel sur les autres.

CXVIII. BORATE DE GLUCINE.

Est décomposé par les 7 suivans, outre les 2 *phosphates* et 3 *fluates* déja cités.

1, 2, 3, 4, 5, 6, 7.

Carbonates de barite, de strontiane, de chaux, de potasse, de soude, de magnésie et d'ammoniaque.

CXIX. BORATE D'ALUMINE.

Est décomposé par les 8 suivans, outre un *phosphate* et 2 *fluates* déja cités.

1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8.

Carbonates de barite, de strontiane, de chaux, de potasse, de soude, de magnésie, d'ammoniaque et de glucine.

CXX. BORATE DE ZIRCONE.

Est décomposé par les 9 suivans, outre un *phosphate* et un *fluate* déja annoncé.

1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9.

Carbonates de barite, de strontiane, de chaux, de potasse, de soude, de magnésie, d'ammoniaque, de glucine et d'alumine.

CXXI. BORATE DE SILICE.

Est décomposé par les 10 suivans. Les sels précédens ne paraissent avoir aucune action sur lui.

1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10.

Carbonates de barite, de strontiane, de chaux, de potasse, de soude, de magnésie, d'ammoniaque, de glucine, d'alumine et de zircone.

CXXII à CXXXIV inclusivement.

Les 13 espèces de carbonates terreux et alcalins distinguées et décrites dans cette cinquième section, ayant été traitées dans les CXXI numéros précédens, et se trouvant les dernières de toutes les substances salines, il n'y a plus rien à donner ici sur leurs réactions et leurs doubles décompositions.

ARTICLE XVI.

Résumé sur la composition des 134 *espèces de sels, ou tableau de la proportion de leurs principes constituans.*

1. On doit être assez avancé dans l'étude de la science chimique, d'après tout ce qui a précédé cette partie de mon système, pour bien concevoir que la connaissance exacte des phénomènes de cette science dépend beaucoup de la détermination des quantités respectives de principes qui entrent dans la formation des composés. Aussi depuis que la chimie a changé de face, depuis que ses moyens d'analyse ont été plus multipliés, et depuis que ses instrumens ont reçu une perfection si grande en comparaison de celle qu'ils avaient il y trente ans, le but

principal des travaux des chimistes est de rechercher la proportion des élémens qui constituent les divers composés dont ils s'occupent. Parmi les résultats utiles que ce genre de recherches a fournis, les sels en offrent sur-tout qui sont d'une grande importance, soit pour en opérer avec fruit la décomposition, soit pour en connaître avec précision la nature, soit pour en apprécier les effets dans tous les cas où on les emploie.

2. J'ai eu soin, dans l'histoire de chaque espèce en particulier, d'exposer cette proportion des principes, après avoir indiqué la méthode d'analyse qu'on a employée pour chacune d'elles. Cet énoncé m'a même paru si imposant pour compléter l'histoire chimique des sels, que je l'ai inséré à la fin de cette histoire, de manière qu'il pût en devenir comme le point le plus saillant, et la terminaison naturelle. Mais l'utilité de ce résultat de l'analyse saline doit devenir bien plus grande encore, en rapprochant les unes des autres les proportions des composans de chaque sel, puisqu'il permettra de comparer les quantités respectives des principes salins, la différence des saturabilités réciproques des acides par les bases et des bases par les acides, les rapports de ces proportions avec les dégrés des attractions qui les unissent, soit dans les espèces diverses du même genre, soit dans les espèces analogues par les bases dans les genres différens.

3. Ce tableau, d'ailleurs, présentera d'un seul coup-d'œil et rapprochés, les faits épars dans une partie très-étendue de cet ouvrage; il fera connaître ce qui est terminé dans ce genre d'analyse, et ce qui reste à faire. En le comparant à celui de la composition de quelques principales espèces de sels, donné par Bergman dans sa dissertation sur l'analyse des eaux, il sera propre à faire voir quels progrès la chimie doit aux savans qui ont parcouru cette nouvelle carrière à peine ouverte par l'illustre professeur suédois. Je le présenterai, en suivant pour les 134 espèces de sels le même ordre dans lequel je les ai placées et décrites, et en ajoutant

seulement au devant de chacune d'elles un nombre qui désignera, pour cet article 16 de la cinquième section, la série numérique dont chaque division de cet ouvrage a coutume d'être composée.

4. *Sulfate de barite.*

A. naturel.	Acide sulfurique.	13.
	Barite	84.
	Eau	3.
B. artificiel.	Acide sulfurique.	33.
	Barite	64.
	Eau	3.

5. *Sulfate de potasse.*

Acide sulfurique . .	40.
Potasse	52.
Eau	8.

6. *Sulfate acide de potasse.*

Sulfate de potasse. .	67.
Acide sulfureux . . .	33.

7. *Sulfate de soude.*

Acide sulfurique. . .	27.
Soude	15.
Eau	58.

8. *Sulfate de strontiane.*

Acide sulfurique. . .	46.
Strontiane.	54.

9. *Sulfate de chaux.*

Acide sulfurique. . . 46.
Chaux . . . . . 32.
Eau . . . . . 22.

10. *Sulfate d'ammoniaque.*

Acide sulfurique. . . 42.
Ammoniaque . . . . 40.
Eau . . . . . 18.

11. *Sulfate de magnésie.*

Acide sulfurique. . . 33.
Magnésie . . . . . 19.
Eau . . . . . 48.

12. *Sulfate ammoniaco-magnésien.*

Sulfate de magnésie. 68.
Sulfate d'ammoniaque. 32.

13. *Sulfate de glucine.*

Proportions inconnues.

14. *Sulfate d'alumine.*

Neutre. . . . . { Acide sulfurique. 50.
Alumine. . . . . 50.

15. *Sulfate acide d'alumine et de potasse ou d'ammoniaque ; alun.*

Sulfate d'alumine. . 49.
Sulfate de potasse . . 7.
Eau . . . . . 44.

16. *Sulfate saturé d'alumine triple.*

Proportions non connues exactement.

17. *Sulfate de zircone.*

Proportions inconnues.

18. *Sulfite de barite.*

Acide sulfureux. . . 39.
Barite . . . . . 59.
Eau . . . . . 2.

19. *Sulfite de chaux.*

Acide sulfureux. . . 48.
Chaux. . . . . 45.
Eau . . . . . 5.

20. *Sulfite de potasse.*

Proportions encore inconnues.

21. *Sulfite de soude.*

Acide sulfureux . . . 31.
Soude . . . . . 18.
Eau. . . . . 51.

22. *Sulfite de strontiane.*

Proportions encore inconnues.

23. *Sulfite d'ammoniaque.*

Acide sulfureux. . . 60.
Ammoniaque . . . . 29.
Eau. . . . . 11.

24. *Sulfite de magnésie.*

Acide sulfureux . . . 39.
Magnésie . . . . . 16.
Eau. . . . . 45.

25. *Sulfite ammoniaco-magnésien.*

Proportions inconnues.

26. *Sulfite de glucine.*

Proportions inconnues.

27. *Sulfite d'alumine.*

Acide sulfureux. . . 32.
Alumine. . . . . 44.
Eau. . . . . 24.

28. *Sulfite de zircone.*

Proportions inconnues.

29. *Nitrate de barite.*

Acide nitrique. . . . 38.
Barite . . . . . 50.
Eau . . . . . 12.

30. *Nitrate de potasse.*

Acide nitrique. . . . 33.
Potasse. . . . . 49. } Bergman.
Eau . . . . . 18.

Acide nitrique. . . . 30.
Potasse . . . . . 63. } Kirwan.
Eau . . . . . 7.

31. *Nitrate de Soude.*

Acide nitrique. . . . 29.
Soude . . . . . 50.
Eau . . . . . 21.

32. *Nitrate de strontiane.*

Acide nitrique. . . . 48,4.
Strontiane. . . . . 47,6.
Eau . . . . . 4.

33. *Nitrate de chaux.*

Acide nitrique. . . . 43.
Chaux . . . . . 32.
Eau . . . . . 25.

34. *Nitrate d'ammoniaque.*

Acide nitrique. . . . 46.
Ammoniaque . . . . 40.
Eau . . . . . 14.

35. *Nitrate de magnésie.*

Acide nitrique. . . . 43.
Magnésie . . . . . 27.
Eau . . . . . 30.

36. *Nitrate ammoniaco-magnésien.*

Nitrate d'ammoniaque. 22.
Nitrate de magnésie . 78.

37. *Nitrate de glucine.*

Proportions non déterminées.

38. *Nitrate d'alumine.*

Proportions inconnues.

39. *Nitrate de zircone.*

Proportions inconnues.

40. *Nitrite de barite.*

41. *Nitrite de potasse.*

42. *Nitrite de soude.*

43. *Nitrite de strontiane.*

44. *Nitrite de chaux.*

45. *Nitrite d'ammoniaque.*

46. *Nitrite de magnésie.*

47. *Nitrite ammoniaco-magnésien.*

48. *Nitrite de glucine.*

49. *Nitrite d'alumine.*

50. *Nitrite de zircone.*

Aucun nitrite n'a été encore examiné avec soin ; aucun n'est connu dans la proportion de ses principes.

51. *Muriate de barite.*

Acide muriatique . . 24.
Barite . . . . . 60.
Eau . . . . . 16.

52. *Muriate de potasse.*

Acide muriatique . . 30.
Potasse . . . . . 62.
Eau . . . . . 8.

53. *Muriate de soude.*

Acide muriatique . . 52.
Soude . . . . . 42.
Eau . . . . . 6.
} Bergman.

Acide muriatique . . 33.
Soude . . . . . 50. } Kirwan.
Eau . . . . . 17.

54. *Muriate de strontiane.*

Acide muriatique . 23,6.
Strontiane . . . . . 36,4.
Eau . . . . . 40.

55. *Muriate de chaux.*

Acide muriatique . . 31.
Chaux . . . . . 44.
Eau . . . . . 25.

56. *Muriate d'ammoniaque.*

Acide muriatique . . 52.
Ammoniaque . . . . 40.
Eau . . . . . 8.

57. *Muriate de magnésie.*

Acide muriatique . . 34.
Magnésie . . . . . 41.
Eau . . . . . 25.

58. *Muriate ammoniaco-magnésien.*

Muriate d'ammoniaque. 27.
Muriate de magnésie. . 73.

59. *Muriate de glucine.*

Proportions inconnues.

60. *Muriate d'alumine.*

Proportions inconnues.

61. *Muriate de zircone.*

Proportions inconnues.

62. *Muriate de silice.*

Proportions inconnues.

63. *Muriate suroxigéné de barite.*

Proportions inconnues.

64. *Muriate suroxigéné de potasse.*

Muriate de potasse . 67.
Oxigène . . . . . 33.

65. *Muriate suroxigéné de soude.*

66. *Muriate suroxigéné de strontiane.*

67. *Muriate suroxigéné de chaux.*

68. *Muriate suroxigéné de magnésie.*

69. *Muriate suroxigéné de glucine.*

70. *Muriate suroxigéné d'alumine.*

71. *Muriate suroxigéné de zircone.*

L'existence de tous les muriates suroxigénés n'étant encore presque que soupçonnée, on ne peut avoir aucune notion de la proportion de leurs principes.

72. *Phosphate de barite.*

Proportions inconnues.

73. *Phosphate de strontiane.*

Acide phosphorique. 41,24.
Strontiane . . . . 58,76.

74. *Phosphate de chaux.*

Acide phosphorique . 41.
Chaux . . . . . 59.

75. *Phosphate acide de chaux.*

Acide phosphorique. 54.
Chaux. . . . . 46.

76. *Phosphate de potasse.*

Proportions inconnues.

77. *Phosphate de soude.*

Proportions inconnues.

78. *Phosphate d'ammoniaque.*

Proportions inconnues.

79. *Phosphate de soude et d'ammoniaque.*

Acide phosphorique . 32.
Soude . . . . . 24.
Ammoniaque . . . . 19.
Eau . . . . . 25.

80. *Phosphate de magnésie.*

Proportions inconnues.

81. *Phosphate ammoniaco-magnésien.*

Phosphate magnésien. 50.
Phosph. ammoniacal. 25.
Eau . . . . . 25.

82. *Phosphate de glucine.*

Proportions inconnues.

83. *Phosphate d'alumine.*

Proportions inconnues.

84. *Phosphate de zircone.*

Proportions inconnues.

85. *Phosphate de silice.*

Proportions inconnues.

86. *Phosphite de chaux.*

Acide phosphoreux. . 34.
Chaux. . . . . 51.
Eau . . . . . 15.

87. *Phosphite de barite.*

Acide phosphoreux. 41,7.
Barite . . . . . 51,3.
Eau . . . . . 7.

88. *Phosphite de strontiane.*

Proportions inconnues.

89. *Phosphite de magnésie.*

Acide phosphoreux. . 44.
Magnésie . . . . . 20.
Eau . . . . . 36.

90. *Phosphite de potasse.*

Acide phosphoreux. 39,5.
Potasse. . . . . 49,5.
Eau . . . . . 11.

91. *Phosphite de soude.*

Acide phosphoreux. 16,3.
Soude . . . . . 23,7.
Eau . . . . . 60.

92. *Phosphite d'ammoniaque.*

Acide phosphoreux. . 26.
Ammoniaque . . . . 51.
Eau . . . . . 23.

93. *Phosphite ammoniaco-magnésien.*

Proportions inconnues.

94. *Phosphite de glucine.*

Proportions inconnues.

95. *Phosphite d'alumine.*

Proportions inconnues.

96. *Phosphite de zircone.*

Proportions inconnues.

97. *Fluate de chaux.*

Proportions inconnues.

98. *Fluate de barite.*

99. *Fluate de barite.*

100. *Fluate de magnésie.*

101. *Fluate de potasse.*

102. *Fluate de potasse silicé.*

103. *Fluate de soude.*

104. *Fluate de soude silicé.*

105. *Fluate d'ammoniaque.*

106. *Fluate ammoniaco-magnésien.*

107. *Fluate ammoniaco-silicé.*

108. *Fluate de glucine.*

109. *Fluate d'alumine.*

110. *Fluate de zircone.*

111. *Fluate de silice.*

Aucun fluate n'est encore connu dans la proportion de ses principes. Ces sels, peu examinés encore, demandent un travail suivi pour qu'on puisse en apprécier les composans. Ils forment, avec les muriates suroxigénés, les espèces les moins bien analysées jusqu'ici.

112. *Borate de chaux.*

Encore inconnu dans ses proportions.

113. *Borate de barite.*

Inconnu comme le précédent.

114. *Borate de strontiane.*

Proportions ignorées.

114 *bis.* *Borate de magnésie.*

Proportions inconnues.

115. *Borate magnésio-calcaire.*

Acide boracique. . . 66.
Magnésie . . . . . 13,5.
Chaux . . . . . 10,5.
} Il y a 10 de perte.

116. *Borate de potasse.*

Proportions inconnues.

117. *Borate de soude.*

Acide boracique. . . . 70.
Soude. . . . . 20.
Eau. . . . . 10.

118. *Borate sursaturé de soude; borax.*

Acide boracique . . . 34.
Soude. . . . . 17.
Eau. . . . . 47.

119. *Borate d'ammoniaque.*

Proportions inconnues.

120. *Borate ammoniaco-magnésien.*

Proportions inconnues.

121. *Borate de glucine.*

Proportions inconnues.

122. *Borate d'alumine.*

Proportions inconnues.

123. *Borate de zircone.*

Proportions inconnues.

124. *Borate de silice.*

Proportions inconnues.

125. *Carbonate de barite.*

A. *Natif.*	Acide carbon. . .	20	Kirwan.
	Barite	78	
	Sulfate de barite.	2	
	Acide carbon . .	10	Fourcroy.
	Barite	90	
	Acide carbon . .	22	Pelletier.
	Barite	62	
	Eau.	16	
B. *Artificiel.*	Acide carbon. . .	7	Kirwan.
	Barite	65	
	Eau	28	

126. *Carbonate de strontiane.*

Acide carbonique. . .	30.
Strontiane	62.
Eau	8.

127. *Carbonate de chaux.*

Acide carbonique. . . 34.
Chaux. . . . . 55.
Eau. . . . . 11.

128. *Carbonate de potasse.*

Acide carbonique . . . 20
Potasse. . . . . 48 } Bergman.
Eau 32

Acide carbonique. . . . 49
Potasse. . . . . 48 } Pelletier.
Eau . . . . . 17 Il y a un excès de poids.

129. *Carbonate de soude.*

Acide carbonique. . . 16.
Soude . . . . . 20.
Eau. . . . . 64.

130. *Carbonate de magnésie.*

A. Saturé d'acide. { Acide carbonique. 30
Magnésie. . . . . 45 } Bergman.
Eau 25

B. Magnésie pulvérulente des boutiques. { Acide carbonique. 36
Magnésie. . . . . 43 } Butini.
Eau 21

La même. { Acide 48
Magnésie. . . . . 40 } Fourcroy.
Eau 12

C. Carbonate de magnésie en cristaux réguliers. { Acide carbonique. 50 ; Magnésie. . . . . 25 ; Eau . . . . . 25 } Fourcroy.

131. *Carbonate d'ammoniaque.*

Acide carbonique. . . 45.
Ammoniaque . . . . . 43.
Eau. . . . . 12.

132. *Carbonate ammoniaco-magnésien.*

Proportions encore inconnues.

133. *Carbonate de glucine.*

Acide carbonique. . . 64.
Glucine . . . . . 25.
Eau. . . . . 11.

134. *Carbonate d'alumine.*

Proportions inconnues.

135. *Carbonate de zircone.*

Acide carbon. et eau . 44,5.
Zircone . . . . . 55,5.

136. *Carbonate ammoniaco-zirconien.*

Proportions inconnues.

137. *Carbonate ammoniaco-glucinien.*

Proportions inconnues.

ARTICLE XVII.

Récapitulation sur les sels qu'on trouve fossiles et sur leur classification dans les méthodes ou systêmes minéralogiques.

1. Quoique j'aie eu soin de faire remarquer, dans l'histoire de chaque espèce de substance saline, si on la trouvait parmi les fossiles, et de décrire même le plus souvent les principales variétés sous lesquelles chacune d'elles se présente; il ne sera pas inutile de revenir ici sur l'existence de ces matières dans les couches du globe, de les comparer à celles qu'on n'y a pas rencontrées encore, et de faire connaître la marche que les minéralogistes ont tenue pour classer, comme pour distinguer ces substances.

2. Je rappellerai d'abord que sur 134 espèces de sels que j'ai disposées et décrites dans les articles précédens, il y en a tout au plus un huitième ou environ qui ont été trouvées dans la terre, et faisant partie des couches qui la composent. A la vérité, j'ai supposé que la nature en préparait un bien plus grand nombre, et que, si on ne les y connaissait point encore, c'est qu'on n'avait pas examiné avec assez de soin, c'est qu'on avait vu trop superficiellement beaucoup de matières minérales où une analyse plus exacte les fera quelque jour trouver. On est porté à adopter cette idée lorsqu'on réfléchit à la petite quantité de minéraux qui ont été examinés jusqu'ici, et au peu de connaissances exactes que l'on a receuillies sur la plupart d'entre eux.

3. Cependant la minéralogie a beaucoup gagné dans ce genre depuis quelques années, et sur-tout depuis que, non contens des caractères extérieurs ou de l'examen des propriétés physiques des fossiles, les minéralogistes ont com-

mencé à joindre les expériences chimiques à leurs observations, et à rechercher la nature intime de ces corps. Tout annonce que les composés salins que l'art crée et multiplie chaque jour ne sont que des imitations de ceux que la nature a formés, et qu'à mesure que la science de l'analyse fera des progrès, on découvrira de nouvelles espèces de sels fossiles analogues à celles que l'on n'aura fabriquées encore jusque-là que dans les laboratoires de chimie.

4. Les anciens chimistes ne connaissaient à peu près qu'un tiers des sels que l'on connaît aujourd'hui. Plusieurs de ces sels étaient rangés par les minéralogistes dans la classe des pierres, en raison de leur insipidité et de leur indissolubilité ou de la grande quantité d'eau nécessaire pour les dissoudre. Ainsi le sulfate, le carbonate et le fluate de chaux sous les noms de gypse, de spath calcaire et de spath fluor, faisaient partie des matières pierreuses, parce qu'ils étaient sans saveur et sans dissolubilité. Fondée exclusivement sur les propriétés sensibles des fossiles, la méthode ancienne ne pouvait pas placer ces corps insipides et indissolubles à côté du muriate, du carbonate, du borate de soude, du nitrate de potasse et du sulfate triple d'alumine, dont la saveur salée, amère, âcre, alcaline, piquante, et la grande solubilité faisaient un contraste trop frappant avec les caractères des premiers. Aussi la classe des sels n'était-elle alors que très-peu étendue en comparaison des autres classes de minéraux, tandis que les seules variétés très-nombreuses du carbonate de chaux formaient une classe toute entière dans les fossiles pierreux.

5. On trouve encore cette méthode dans le tableau méthodique des minéraux du citoyen Daubenton. Ce naturaliste place le spath fluor ou fluate de chaux, le spath pesant ou sulfate de barite, la barite aérée ou carbonate de barite, le phosphate de chaux et l'apatite qui n'en est qu'une variété, parmi les terres et pierres de la seconde classe, qui ne font

ni feu avec le briquet, ni effervescence avec les acides, parce qu'en effet les sels insolubles jouissent de ces propriétés. Il forme sa troisième classe toute entière du carbonate de chaux en divers états de pierre calcaire, de terre calcaire, de marbre, de spath calcaire, de concrétions, qui constituent cinq genres, parce que toutes ces variétés, de la même substance sans dissolubilité dans l'eau, ont également la propriété uniforme et univoque de faire effervescence avec les acides. Enfin il n'éloigne pas seulement de ces matières salines, qui sont pour lui des matières pierreuses, les sels proprement dits, les sels fossiles, auxquels il donne pour caractère distinctif d'être solubles dans l'eau, mais il en fait un quatrième ordre, séparé et éloigné des matières calcaires, troisième classe de ses pierres, par sa quatrième classe qui comprend les terres et pierres mélangées de celles des trois premières classes.

6. Après ce partage et ce renvoi de cinq espèces de sels dans deux classes différentes de pierres, le citoyen Daubenton, en ne regardant comme sels que les espèces fossiles qui sont solubles dans l'eau, les divise en trois genres, le premier ayant pour base un alcali, le second une terre et le troisième un métal. Ce dernier appartient entièrement, dans toutes les méthodes, à la classe des métaux. Les deux autres genres offrent ici une lacune qui prouve qu'il est impossible de faire une bonne classification de ces sels sans avoir recours aux propriétés chimiques ; c'est le manque des caractères génériques qui ne permet pas d'en faire une distinction véritable.

7. Le premier genre du citoyen Daubenton comprend cinq espèces ; savoir, 1°. le carbonate de soude sous le nom d'*alcali minéral* avec les deux variétés de *natron* et d'*aphronatron*, dont le caractère indiqué est l'effervescence dans les acides et la cristallisation en octaèdre avec des triangles scalènes ; 2°. le muriate de soude, nommé *sel commun*, divisé en sel marin et en sel gemme, distingué par sa décrépitation au

feu, ses fragmens cubiques, sa cristallisation en cubes et en trémies ; 3°. le borax ayant pour variétés le tinckal ou le borax brut et le borax purifié, et pour caractères spécifiques une transparence gélatineuse, le bouillonnement au feu, la forme de prisme à six pans avec des sommets à plusieurs faces ; 4°. le sel ammoniac natif ou factice se volatilisant en fumée, sous forme grenue ou cristallisée en plumes composées de prismes à quatre pans avec des pyramides à quatre faces ; 5°. le nitre ou salpètre détonant sur les charbons ardens, et distingué en deux variétés de forme, l'une en octaèdre cunéiforme, l'autre à deux pyramides quadrangulaires naissantes.

8. Le second genre du célèbre naturaliste français renferme, sous le nom de sels terreux, quatre espèces, qui sont le nitre *calcaire*, le *gypse*, le sel d'*Epsom* et l'*alun*.

Le nitrate de chaux est caractérisé par sa forte déliquescence. On y énonce deux variétés de forme, l'une en prismes à six pans, terminés par des pyramides à six faces ; l'autre en aiguilles.

Le sulfate de chaux, reconnaissable à ce qu'il se calcine en plâtre, et est peu soluble dans l'eau, contient neuf variétés ; 1°. le grossier opaque ; 2°. le grossier demi-transparent ; 3°. le fin opaque ; 4°. le fin demi-transparent ou *albâtre gypseux* ; 5°. le strié opaque ; 6°. le strié demi-transparent ; 7°. le sulfate de chaux à dix faces ; 8°. le même à dix faces en cristaux accolés ; 9°. le sulfate de chaux lenticulaire.

Le sulfate de magnésie, bien distinct par sa saveur amère, a deux variétés, l'une en prismes à quatre pans avec des sommets à deux faces, l'autre en prismes à quatre pans avec des sommets à quatre faces.

Le sulfate triple d'alumine ou l'alun, que l'auteur caractérise par sa transparence limpide et sa cassure vitreuse, se divise en cinq variétés ; savoir, en octaèdre régulier, en octaèdre incomplet dans ses bords et ses angles solides, en

segment d'octaèdre, en rocher informe, en plume ou en filamens.

En ajoutant les neuf variétés des trois sulfates métalliques que le citoyen Daubenton réunit aux espèces précédentes, cela forme trois genres, douze espèces et trente-sept variétés de substances salines qu'il admet dans sa méthode minéralogique, nombre beaucoup plus considérable que celui que les naturalistes y avaient reconnu avant lui.

9. Dans la méthode adoptée par l'école des mines de France, pour classer les minéraux, et déja publiée par le citoyen Haüy à qui elle est due, les matières salines sont distinguées des pierres et forment une seconde classe qui a pour titre : *Substances acidifères composées d'un acide uni à une terre ou à un alcali.* Le nom de sels n'y a point été employé comme on le fait et comme on doit le faire dans un système chimique. Cette disposition fait voir d'abord qu'on a soigneusement écarté les combinaisons salines des composés pierreux, qu'on a évité la confusion qui avait jusque-là régné dans les systèmes de minéralogie, et qu'on a senti l'impérieuse nécessité de ne plus renfermer désormais dans la même classe des substances salinifiées ou acidifères, et des substances qui ne le sont pas. L'auteur avertit que la méthode adaptée à cette seconde classe suit une marche régulière, parce qu'elle est subordonnée aux résultats de l'analyse. C'est avouer avec raison qu'il n'y a pas de véritables distinctions entre les minéraux, sans qu'elles soient fondées sur la nature des fossiles. L'avantage d'une pareille marche est non seulement de mettre de l'ordre et de la liaison dans les idées, mais même de donner des notions exactes sur les substances qu'on veut définir ou faire connaître. On voit d'ailleurs que cette partie de la minéralogie n'est exacte et vraiment terminée, que parce que l'analyse chimique des matières qu'elle traite est achevée et précise.

10. Les divisions qui partagent cette seconde classe de

minéraux présentent trois ordres fondés sur la nature des bases : c'est d'après celles-ci que les minéralogistes français ont établi leurs méthodes, au lieu de prendre les distinctions sur les acides, parce que les idées minéralogiques se portent plus particulièrement sur les terres et les alcalis, qui ne sont considérés que comme acidifères. Aussi les dénominations des espèces commencent-elles par celles des bases auxquelles on ajoute celles des acides, en leur donnant la terminaison adjective. Il y a trois ordres dans cette classe : le premier comprend les substances acidifères terreuses ; le second, les substances acidifères alcalines ; au troisième ordre se rapportent les substances acidifères alcalino-terreuses. Ici la coupe est fort irrégulière ; car on ne trouve qu'une seule espèce sans genre dans le troisième ordre, tandis que les genres et les espèces sont plus ou moins multipliés dans les deux premiers ordres. La raison pour laquelle on a choisi les bases pour chefs des divisions dans cette nouvelle méthode, porte spécialement sur ce que le minéralogiste devant observer la nature, son attention doit se fixer plus particulièrement sur ce qui frappe ses sens, sur la substance la plus fixe, et non sur ce qui lui échappe le plus souvent. Les terres et les alcalis sont en effet dans le premier cas, et les acides dans le second. D'ailleurs, le minéralogiste doit se contenter d'appliquer les résultats de l'analyse à l'observation du travail de la nature, tandis que le chimiste essaye au contraire de ramener le travail de la nature aux résultats de l'analyse.

11. Le premier ordre renferme les substances acidifères terreuses ; il est divisé en quatre genres déterminés par les quatre terres qu'on a trouvées jusqu'ici saturées d'acides dans la nature ; savoir, la chaux, la barite, la strontiane et la magnésie. On voit qu'il n'est ici question que des quatre terres alcalines ; et en effet il n'a pas encore été reconnu de silice, d'alumine, de glucine ou de zircone acidifères parmi les fossiles. On peut cependant regarder, comme je l'ai fait

voir ailleurs, certaines argiles comme du sulfate d'alumine; et quelques variétés de fluate de chaux comme des sels triples silicifères.

12. Le premier genre ou la chaux acidifère offre cinq espèces; savoir, la *chaux carbonatée*, la *chaux phosphatée*, la *chaux boratée* et la *chaux sulfatée*.

Dans les variétés de la première espèce, on décrit environ quarante formes déterminables; mais comme le nombre de ces variétés paraît être immense, le citoyen Haüy a divisé l'espèce en trois sections de formes déterminables, de formes imitatives, et de formes indéterminables.

La chaux phosphatée présente, parmi les formes déterminables, la *primitive*, la *péridodécaèdre*, l'*annulaire*, l'*émarginée* et l'*acrostique*.

La chaux fluatée offre en variétés, pour les mêmes formes, la *primitive* ou l'*octaèdre*, la *cubique*, la *dodécaèdre*, la *cubo-octaèdre*, *l'émarginée*, la *cubo-dodécaèdre*, la *bordée*; parmi les formes indéterminables, l'*alabestrite* et l'*informe*; par rapport aux couleurs, la *rouge*, la *violette*, la *verte*, la *bleue*, la *jaune*, la *violette-noirâtre*; et relativement à la transparence, la *limpide*, la *demi-transparente* et l'*opaque*.

La chaux boratée contient, comme on l'a vu ailleurs, de la magnésie; la forme a deux variétés, la *frustanée* et la *surabondante*.

Dans la chaux sulfatée, le citoyen Haüy suit la même marche que la précédente pour la distinction des variétés.

13. Le second genre du premier ordre occupé par la barite acidifère ne donne que deux espèces; savoir, la *barite sulfatée* et la *bartie carbonatée*. J'ai fait connaître, dans l'histoire de ces espèces, les variétés principales qu'elles présentent parmi celles que le citoyen Haüy a décrites; je n'ai rien à y ajouter ici, si ce n'est la remarque générale, qu'on reconnaît ces deux espèces parmi toutes celles des substances acidifères que la nature présente à l'aide de leur pesanteur très-

considérable, et l'une de l'autre, en ce que la seconde fait avec les acides une vive effervescence que n'offre point la première.

14. Le troisième genre du premier ordre est consacré à la strontiane acidifère. Dans la première publication de sa Minéralogie, le citoyen Haüy ne connaissait et n'avait énoncé qu'une espèce unique de ce genre ; savoir, la *strontiane carbonatée* ou le carbonate de strontiane qui, avec une pesanteur très-voisine de celle de la barite carbonatée et avec une égale propriété de faire effervescence avec les acides, se distinguait spécialement par la lumière purpurine qu'elle donnait au chalumeau. Mais depuis, les naturalistes ont trouvé un sulfate de strontiane qu'on avait confondu avec un sulfate de barite et qui forme un seconde espèce native de ce genre : de sorte que la strontiane est exactement dans la même condition que la barite par rapport aux deux acides différens avec lesquels on la trouve combinée parmi les fossiles. Le sulfate de strontiane se distingue de celui de barite, dont il se rapproche par la forme et la pesanteur, parce qu'il se pénètre à un grand feu d'une lumière phosphorique rouge purpurine, sans donner comme lui cependant un phosphore par sa calcination avec le charbon, comme le fait ce dernier, qui constitue par ce traitement le phosphore de Bologne dont j'ai parlé dans son histoire particulière.

15. Le quatrième genre du même ordre comprend la magnésie acidifère. On n'y trouve qu'une espèce, que le citoyen Haüy indique comme unique : c'est la *magnésie sulfatée* ou le sulfate de magnésie. J'ai dit, dans l'article du carbonate, tout ce qu'on sait sur son existence fossile et sur ses variétés minérales. Il faut ajouter à cette espèce celle de la magnésie unie à l'acide boracique avec la chaux en sel triple, à la vérité, dont il a déja été question dans le premier genre. Il est permis de soupçonner de plus, quoique aucun fait positif ne l'annonce encore, que la magnésie existe aussi combinée

avec l'acide carbonique dans l'intérieur de la terre, et qu'elle doit ressembler à cet égard à la chaux, à la barite et à la strontiane, qui s'y rencontrent combinées avec le même acide. Mais on ne doit pas se contenter de deviner la nature, et on ne peut pas compter cette espèce parmi les produits naturels, quelque vraisemblable que soit son existence.

16. Dans le second ordre de cette classe de minéraux, on distingue trois genres, la potasse, la soude et l'ammoniaque acidifères. Je remarquerai qu'il n'est pas possible de donner à chacun d'eux des caractères génériques qui ne soient pas puisés dans les propriétés chimiques, et qui puissent en faire reconnaître la différence par des propriétés physiques, sensibles ou extérieures; au moins pour réussir dans ce dernier parti, il est nécessaire de cumuler un si grand nombre de propriétés que l'esprit est embarrassé dans le choix et le triage qu'il est obligé d'en faire pour distinguer chaque genre: ce qui prouve que la méthode ne peut plus être conduite ici que par les lumières de la chimie, et que la minéralogie est bien véritablement une branche de cette science, et s'en rapprochera d'autant plus qu'elle fera plus de progrès dans l'art de classer les productions minérales.

17. Le premier genre du second ordre ou la potasse acidifère ne contient qu'une espèce, la *potasse nitratée* ou le nitrate de potasse, bien reconnaissable parmi toutes les espèces de sels par sa détonation sur les charbons ardens.

La soude acidifère ou le second genre renferme trois espèces, 1°. la *soude muriatée* ou le muriate de soude, caractérisé par sa forme cubique et sa saveur salée, et le seul des sels alcalins qui se trouve en masses, en blocs ou en filons dans la terre; 2°. la *soude boratée* ou le borate de soude; 3°. la *soude carbonatée* ou le carbonate de soude. On est étonné de ne pas trouver dans ce genre la *soude sulfatée* ou le sulfate de soude, qui se montre si fréquemment en efflorescence sur les murs des vieux édifices, dans les souterrains; il est vrai

que ce sel ne fait pas partie des fossiles proprement dits.

Le troisième et dernier genre de cet ordre, l'ammoniaque acidifère se réduit à une seule espèce ; savoir l'*ammoniaque muriatée* ou le muriate d'ammoniaque qu'on extrait du voisinage des volcans, ou qu'on trouve souvent sublimé dans leurs cratères. Peut-être devrait-on ajouter à cette espèce celle de l'ammoniaque sulfatée ou du sulfate d'ammoniaque que plusieurs naturalistes disent aussi se rencontrer dans les produits sublimés des feux souterrains.

18. Quant au troisième ordre de ces composés salins natifs, le citoyen Haüy le compose des substances acidifères alcalino-terreuses; mais comme il ne contient que l'alun sous le nom d'*alumine sulfatée alcaline*, il semble qu'il n'était pas nécessaire de faire un ordre tout entier pour n'y renfermer qu'une espèce unique, ou qu'il eût été également nécessaire de créer un ordre particulier pour le borate magnésio-calcaire, puisque celui-ci contient aussi deux bases unies tout-à-la-fois à la chaux et à la magnésie.

19. Quoique ces dix-sept ou dix-huit espèces de composés salins ou acidifères ne paraissent ni assez nombreuses ni assez difficiles à caractériser comme à reconnaître pour exiger des développemens multipliés, le citoyen Haüy doit ajouter à sa classification générale dont je viens de rendre compte, comme à celle de la première classe des pierres, des tableaux qui, en présentant les propriétés comparées de ces corps, serviront de complément à sa méthode. Voici celui qui offre le partage et la classification systématique de ces sels naturels.

SECONDE CLASSE

Des minéraux.

Substances acidifères.

ORDRE I.

Substances acidifères terreuses.

GENRE I. — *Chaux.*

ESPÈCE I. *Chaux carbonatée.*

ESPÈCE II. *Chaux phosphatée.*

ESPÈCE III. *Chaux fluatée.*

ESPÈCE IV. *Chaux boratée.*

ESPÈCE V. *Chaux sulfatée.*

GENRE II. — *Barite.*

ESPÈCE I. *Barite sulfatée.*

ESPÈCE II. *Barite carbonatée.*

Genre III. — *Strontiane.*

Espèce I. *Strontiane sulfatée.*

Espèce II. *Strontiane carbonatée.*

Genre IV. — *Magnésie.*

Espèce I. *Magnésie sulfatée.*

ORDRE II.

Substances acidifères alcalines.

Genre I. — *Potasse.*

Espèce I. *Potasse nitratée.*

Genre II. — *Soude.*

Espèce I. *Soude muriatée.*

Espèce II. *Soude boratée.*

Espèce III. *Soude carbonatée.*

Genre III. — *Ammoniaque.*

Espèce I. *Ammoniaque muriatée.*

ORDRE III.

Substances acidifères alcalino-terreuses.

ESPÈCE UNIQUE. *Alumine sulfatée alcaline, ou alun.*

20. Il est difficile, en voyant d'une part le petit nombre de substances classées dans ce tableau, et d'un autre l'appareil méthodique, la division en ordres, en genres et en espèces, de ne pas sentir qu'il eût été possible de se passer d'un appareil si compliqué, que le peu d'objets qu'il renferme et les moyens faciles de les distinguer les uns des autres ne paraissaient pas exiger une complication aussi grande. Il est peut-être encore plus difficile d'imaginer pourquoi on a cru devoir changer la nomenclature chimique des sels, et risquer en quelque sorte d'en compromettre l'usage dans les langues étrangères, lorsque, frappé du peu de nécessité qu'il y avoit de créer un système de classification ponr un aussi petit nombre de productions naturelles, on peut penser qu'il eût suffi d'emprunter des chimistes méthodistes l'ordre qu'ils avoient déja établi parmi les sels, et qu'il n'eût pas été dès-lors besoin de suivre, pour les classer, la série de leurs bases.

On auroit pu avoir recours à cette disposition minéralogique particulière, si elle avait été susceptible de fournir des caractères extérieurs palpables, univoques, constans, assez nombreux pour les bien distingner. Mais ce dernier but ne pouvant pas être rempli, il semble que c'était une raison pour ne pas chercher une méthode différente de celle des chimistes, et se mettre dans le cas de modifier sans une utilité pressante les noms donnés à ces composés salins.

21. En effet, il est fort simple, en tirant en quelque sorte du sein de la nombreuse tribu des sels qu'on a fait connaître les espèces qui font partie des fossiles, ou qui se trouvent

parmi les productions minérales, de leur assigner des caractères faciles à reconnaître, qui n'exigeront que les essais chimiques dont les boîtes des minéralogistes et des voyageurs fournissent toujours les moyens ; et l'on va voir par l'essai suivant qu'il ne paraissait pas nécessaire de bouleverser pour cela la méthode et la nomenclature des chimistes. Il y a sept genres de sels dont un nombre plus ou moins considérable d'espèces se rencontrent assez souvent et ont été reconnues dans la terre ; on peut aisément distinguer chacun de ces genres, et les espèces qui en dépendent, par quelques propriétés bien tranchées, de la manière suivante :

22. GENRE I. — *Sulfates.*

Caractères génériques. Ils répandent une odeur fétide de soufre et de gaz hidrogène sulfuré, quand on les chauffe avec du charbon au chalumeau.

ESPÈCE I. *Sulfate de barite.*

Caractères spécifiques. Indissoluble, cristallisé, insipide, donnant par la calcination avec le charbon le phosphore de Bologne.

ESPÈCE II. *Sulfate de strontiane.*

Caractères spécifiques. Diffèrent du précédent par la lueur phosphorique purpurine qu'il donne au chalumeau.

ESPÈCE III. *Sulfate de chaux.*

Caractères spécifiques. Insipide ; calcinable en plâtre ; dissoluble dans 500 parties d'eau.

ESPÈCE IV. *Sulfate de soude.*

Caractères spécifiques. Amer et frais ; coulant d'abord au chalumeau ; très-dissoluble ; cristallisable par le refroidissement ; s'effleurissant à l'air.

ESPÈCE V. *Sulfate de magnésie.*

Caractères spécifiques. Très-amer, très-dissoluble ; cristallisable en prismes carrés ; décomposable et précipité par la soude.

ESPÈCE VI. *Sulfate d'alumine et de potasse ; alun.*

Caractères spécifiques. Crist. en octaèdres ; saveur styptique.

GENRE II. — *Nitrates.*

Caractères génériques. Ils détonent sur les charbons ; donnent du gaz oxigène par l'action du feu, et dégagent, après avoir été chauffés, une vapeur rouge par l'acide sulfurique concentré.

ESPÈCE I. *Nitrate de potasse ; nitre.*

Caractères spécifiques. Saveur fraîche ; aisément cristallisable en aiguilles ; fusible sans se dessécher ; inaltérable à l'air.

ESPÈCE II. *Nitrate de chaux.*

Caractères spécifiques. Déliquescent, âcre, toujours humide ou dissous ; précipité par la potasse et les sulfates alcalins.

GENRE III. — *Muriates.*

Caractère générique. L'acide sulfurique concentré en dégage l'acide en vapeur blanche, et avec l'odeur qui le distingue.

ESPÈCE I. *Muriate de soude.*

Caractères spécifiques. Saveur salée ; cristallisation en cubes ; décrépitation sur les charbons.

ESPÈCE II. *Muriate de chaux.*

Caractères spécifiques. Peu cristallisable ; très-déliquescent ; très-amer et très-âcre.

ESPÈCE III. *muriate de magnésie.*

Caractères spécifiques. Non cristallisable ; déliquescent ; précipitable par l'eau de chaux.

GENRE IV. — *Phosphates.*

Caractères génériques. Fusibles à un grand feu en émail ou en verre ; décomposables par les acides, qui en séparent l'acide phosphorique.

ESPÈCE I. *Phosphate de chaux.*

Caractères spécifiques. Insipide ; indissoluble ; donnant une belle flamme d'un vert jaunâtre, lorsqu'on le jette en poudre sur des charbons allumés.

GENRE V. — *Fluates.*

Caractères génériques. Fusibles en verre ; donnant avec l'acide sulfurique concentré une vapeur blanche qui dépolit et ronge le verre et le quartz.

ESPÈCE I. *Fluate de chaux.*

Caractères spécifiques. Cristallisable en cubes ; ayant un octaèdre pour forme primitive ; donnant sur les charbons une lueur bleuâtre ou verdâtre.

GENRE VI. — *Borates.*

Caractère générique. On en extrait l'acide boracique à pailletes brillantes par les acides sulfurique, nitrique, muriatique et phosphorique.

ESPÈCE I. *Borate de chaux et de magnésie.*

Caractères spécifiques. Forme cubique à angles et bords remplacés par des facettes ; électricité inverse dans deux angles opposés ; dureté excessive ; insipidité ; indissolubilité.

ESPÈCE II. *Borate de soude ; borax.*

Caractères spécifiques. Sapide et alcalin ; dissoluble ; cristallisable en prismes tétraèdres ou hexaèdres.

GENRE VII. — *Carbonates.*

Caractère spécifique. Faisant, avec tous les acides affaiblis étendus d'eau, une effervescence vive et continue, due au dégagement de l'acide carbonique.

ESPÈCE I. *Carbonate de barite.*

Caractère spécifique. Ne perdant son acide au feu qu'à l'aide du charbon, avec lequel on le calcine.

ESPÈCE II. *Carbonate de strontiane.*

Caractère spécifique. Différent du précédent par la lueur purpurine qu'il donne au chalumeau.

ESPÈCE III. *Carbonate de chaux.*

Caractère spécifique. Donnant de la chaux pure et vive par l'action du feu.

ESPÈCE IV. *Carbonate de soude.*

Caractères spécifiques. Saveur âcre; s'effleurissant promptement et complétement à l'air.

ESPÈCE V. *Carbonate d'alumine.*

Caractère spécifique. Argile insipide, se dissolvant peu à peu avec effervescence dans des acides chauds.

ARTICLE XVIII.

Des sels qui se trouvent dissous dans les eaux naturelles et de l'analyse des eaux minérales.

1. Les sels que la nature présente et que l'on trouve parmi ses productions, ne sont pas seulement sous la forme sèche, solide ou cristalline de fossiles. Le plus grand nombre se trouve aussi dissous dans les eaux, et souvent elles en contiennent qu'on ne rencontre point à l'état solide. Il faut donc, pour le complément de leur connaissance, s'occuper de la nature des eaux, des principes salins et étrangers qu'elles peuvent contenir et qui les minéralisent, de leur classification fondée sur ces principes, de l'art de les reconnaître ou de les analyser, ainsi que de celui de les imiter.

2. Il est facile de comprendre que l'eau qui descend des montagnes, qui s'en précipite avec vîtesse sous la forme de torrens, qui coule en masse dans les fleuves et les rivières, et sur-tout que les eaux qui se filtrent peu à peu dans les cavités souterraines qui parcourent lentement les lits de la terre, et qui trouvant des couches d'argile dont elles ne peuvent pas pénétrer l'épaisseur, reparaissent à la surface du sol, où elles forment les sources et les ruisseaux, doivent dissoudre dans leur trajet les diverses matières salines qu'elles traversent ou qu'elles touchent suivant leurs divers degrés de dissolubilité; qu'elles doivent s'en charger d'autant plus et d'un nombre d'espèces d'autant plus considérable qu'elles traversent plus de terrain, qu'elles y séjournent plus long-temps; que, suivant la diversité des couches salines qu'elles pénètrent et des sels qu'elles trouvent dans leur chemin, elles doivent opérer entre eux diverses réactions et décompositions.

3. L'art de reconnaître ces différens sels dissous par les

eaux, d'en estimer la proportion, est un des travaux les plus difficiles qu'on puisse se proposer en chimie. Il exige qu'on connaisse parfaitement les propriétés caractéristiques de toutes les substances salines, qu'on possède bien les notions exactes de leur action réciproque, pour ne point admettre simultanément, comme on l'a fait si souvent, des sels qui se détruisent les uns par les autres, et qui ne peuvent pas subsister ensemble dans la même dissolution. Il demande une grande sagacité et une grande finesse dans le chimiste, soit à cause de la multiplicité des principes qui existent dans ces liquides, soit en raison de la petite quantité de chacun de ceux qui y sont dissous. Souvent, d'après la remarque de Bergman, la somme des corps salins dissous dans une eau ne passe pas $\frac{1}{6000}$ de son poids, et cependant elle se trouve composée de six ou huit substances différentes; de sorte que quelques-unes d'entre elles peuvent fort bien ne pas aller au-delà de $\frac{1}{100000}$.

4. Quoique les matières salines constituent les principes minéralisateurs les plus fréquens, les plus abondans, les plus actifs des eaux, elles y sont souvent accompagnées d'autres corps qu'il faut y reconnaître en même temps, et dont la présence complique singulièrement leur nature et leur analyse. On a donc raison de regarder cette branche de la chimie comme une des plus difficiles, et comme celle qui demande, dans ceux qui s'y livrent, les lumières les plus étendues et les plus grandes ressources dans l'esprit. Quoique je ne doive pas me proposer de traiter ici des eaux minérales avec tous les développemens qu'elles exigeraient, si l'on voulait les connaître dans tout leur ensemble, l'objet est cependant trop important; il est de nature à offrir un résumé si utile des propriétés des matières salines, qu'il m'a paru nécessaire de consacrer quelques détails méthodiques à cette exposition. En conséquence, je traiterai dans six paragraphes successifs, 1°. de l'histoire des principales

découvertes qui concernent les eaux minérales; 2°. des matériaux salins qu'on y trouve, en y joignant une esquisse rapide des corps non salins qui s'y rencontrent en même temps; 3°. de la classification des eaux minérales d'après ces matériaux; 4°. des réactifs qui peuvent les déceler, et des moyens d'employer ces réactifs avec fruit; 5°. de l'analyse par l'évaporation; 6°. enfin de leur synthèse ou de la fabrication artificielle des eaux minérales.

§. Ier.

Des époques des principales découvertes relatives aux eaux minérales.

5. Les hommes ont d'abord distingué les eaux par leur saveur; bientôt leurs divers effets dans les arts, et les besoins de la vie ont fait découvrir leurs principales qualités, quoiqu'on ait ignoré long temps à quelles substances ces différences étaient dues. Hippocrate louait les eaux limpides, légères, inodores et insipides; il rejetait les dures, les salées, les alumineuses, celles des lacs et des étangs. Pline distinguait les eaux nitreuses, les acidules, les salées, les alumineuses, celles chargées de soufre, de fer, ou de bitume; il les divisait encore en salubres, médicinales, vénéneuses, en froides, tièdes et chaudes; il rejetait celles qui ne pouvaient pas cuire les légumes, qui laissaient un enduit dans les vases où elles bouillaient, qui enivraient. Il conseillait de corriger les mauvaises eaux en les réduisant à moitié par le feu. Mais ces notions, quoique assez exactes, n'étaient fondées que sur des effets observés, et non sur la connaissance des principes des eaux. C'est un trait bien frappant dans l'histoire de l'esprit humain, que l'antiquité ait entièrement ignoré l'art de décomposer les corps, et que les connaissances ainsi que les instrumens chimiques lui ont entièrement manqué.

6. Avant le commencement du dix-septième siècle, on ne

trouve dans l'histoire de la chimie rien qui ait aucun rapport avec l'art d'analyser les eaux.

André Baccius, le premier qui ait traité des eaux, ex professo, en 1596, ne dit pas un seul mot d'expériences sur leur décomposition.

A peu près à la même époque, Tabernæ-Montanus ou Jean Théodoze n'en parle pas davantage dans son Enumération des eaux de l'Allemagne.

Boyle, en 1663, a parlé de quelques réactifs et de leurs effets sur les eaux, sur-tout par rapport à l'action des acides et des alcalis sur les couleurs bleues végétales. Il a connu la précipitation des dissolutions d'argent et de mercure par l'alcali, par l'acide muriatique; la coloration dorée de l'argent par les eaux sulfuriques.

Duclos, dès 1665, entreprit l'analyse des eaux minérales de la France dans le sein de l'académie des sciences; il employa la noix de galle, le sulfate de fer et le tournesol comme réactifs. Il commença à examiner les résidus des eaux évaporées.

En 1680, Urbain Hierne publia sur les eaux de Suède des essais qui ne sont pas sans mérite; il distingua sur-tout les eaux acidules de Médvi, et en fit adopter l'usage. Il donna quelques observations critiques et utiles sur les réactifs, qu'on commençait à employer.

Boyle a donné en 1785 de nouveaux préceptes pour reconnaître les principes des eaux; il proposa le sulfure ammoniacal ou sa *liqueur fumante*, les dissolutions de nitre, de sel marin, de muriate d'ammoniaque, d'acétite de plomb, l'acide nitrique, l'acide muriatique et l'ammoniaque.

7. Dans les premières années du dix-huitième siècle, l'analyse des eaux fit de nouveaux progrès. Régis et Didier employèrent les fleurs de mauves pour reconnaître les acides et les alcalis; Boulduc, l'eau de chaux; Burlet l'alun, le papier de tournesol. Les procédés analytiques reçurent de

grandes améliorations ; Geoffroy substitua, en 1707, à la distillation l'évaporation des eaux dans des capsules de verre évasées; en 1726 et 1727, Boulduc conseilla de séparer les matières déposées ou cristallisées à diverses époques de l'évaporation, de précipiter les eaux par l'alcool pour en connaître la nature avant de les faire évaporer. De cette époque jusqu'au milieu du dix-septième siècle, on a encore multiplié les réactifs ; mais les conséquences qu'on a tirées de leurs effets ont long temps été incertaines et erronées.

8. Pendant les temps cités, les opinions sur les principes des eaux ont été très-inexacts. Paracelse y admit une terre particulière, les sels et les métaux en général. En 1699, Legivre attribuait leur qualité acidule à l'alun, que Duclos y a niée; ce dernier y soupçonna le sulfate de chaux, qu'Allen y montra le premier en 1711, sous le nom de sélénite. Hierne découvrit la soude, qu'on nommait *nitre*, en 1682 : Hoffman et Boulduc ont confirmé cette découverte. Lister, aussi en 1682, trouva la chaux dans les eaux; Leroi, le muriate de chaux, en 1754; Home, le nitrate calcaire en 1756 ; Margraff, le muriate de magnésie en 1759 ; et Black a fait connaître la vraie nature du sulfate de magnésie, sur lequel Grew avait écrit un petit ouvrage en 1696, et qui était déja connu sous le nom *sel cathartique amer*, dans les eaux d'Epsom, d'Egra, de Sedlitz et Seidschutz. On discuta longuement sur la présence du sulfate de fer que les uns disaient exister presque dans toutes les eaux, et auquel d'autres substituèrent une prétendue mine de fer subtil, l'ame de ce métal, un vitriol volatil, etc.

9. Au commencement du dix-septième siècle, les eaux spiritueuses n'excitèrent pas moins de discussion parmi les chimistes. Hoffman y admit un acide volatil, et facile à se dissiper ; il y admit en même temps de l'alcali que d'autres nièrent, parce qu'ils regardaient cet alcali comme produit nécessaire du feu. Henckel croyait que cet alcali provenait du

sel marin, sans pouvoir expliquer comment il perdait son acide. Le docteur Seip, attribuant cette acidité des eaux à un esprit sulfureux qu'on pouvait en obtenir par la distillation, expliquait leur changement à l'air par son union avec l'alcali, qui ne pouvait avoir lieu que par son contact, et non dans les conduits souterrains. En 1748, le docteur Springsfeld regarda l'air comme la cause de la dissolution des principes salins et terreux dans l'eau, principes qui s'en déposaient à mesure que l'air s'évaporait. Cette opinion fut fortement soutenue en 1755 par Venel, qui trouva de plus le moyen d'imiter assez bien les eaux acidules en dissolvant dans des vases fermés du carbonate alcalin, à l'aide d'un acide.

10. Les discussions relatives à ces eaux acidules ont été terminées et leur nature a été exactement connue par la découverte de Black sur l'air fixe ou acide carbonique, et par les recherches successives de Bergman, de Priestley, de Roucle, de Chaulnes, de Gioanetti, du citoyen Guyton, etc. qui ont appris à dissoudre artificiellement cet acide gazeux dans l'eau, à l'en tirer par différens procédés, à en déterminer exactement la proportion, à le regarder comme le dissolvant de la craie ou carbonate de chaux, du carbonate de magnésie, du carbonate de fer. Cette découverte capitale en chimie a expliqué pourquoi les eaux acidules se troublaient par l'exposition à l'air, par l'ébullition, pourquoi elles déposaient de la rouille de fer, à leur surface, dans les canaux qu'elles parcouraient, pourquoi elles formaient des incrustations calcaires sur les corps qui y étaient plongés.

11. Les eaux sulfureuses dans lesquelles une foule de faits prouvaient l'existence du soufre, sans que les chimistes aient pu, pendant long temps, en découvrir la cause de la dissolubilité, ont été connues par les travaux de Bayen, qui a donné dès 1770 des moyens de l'en séparer; de Monnet, qui y avait soupçonné la vapeur du foie de soufre en 1768; de Bergman, qui y découvrit le gaz de ce composé, qu'il nomma gaz

hépatique en 1774; et de Rouelle, qui confirma bientôt la découverte du célèbre chimiste d'Upsal. J'ai moi-même donné des détails fort étendus sur les eaux sulfureuses, dans mon Analyse de l'eau d'Enghien, publiée en 1787; j'ai fait voir que l'union du soufre et de l'hidrogène était le véritable minéralisateur de cette eau; et M. Giobert a depuis étendu et confirmé cette assertion dans son Traité, très-bien fait, de l'eau de Vaudier donné en 1793. Il ne reste plus rien à desirer aujourd'hui sur les eaux sulfureuses, qui sont aussi bien connues que les acidules.

12. Quoique la connaissance et l'analyse exactes des eaux minérales ne puissent être regardées comme vraiment acquises que depuis ces derniers temps, plusieurs chimistes ont entrepris, à différentes époques, de faire des traités généraux et plus ou moins complets de ces dissolutions salines naturelles. Wallerius en 1748, Cartheuser en 1758, Monnet en 1772, Bergman en 1778, ont publié des hidrologies et des méthodes pour analyser les eaux. Il y a de plus un grand nombre d'ouvrages monographiques sur quelques eaux en particulier, qui par leur mérite, le grand nombre de détails précieux qu'ils contiennent, et les données nouvelles qu'ils présentent, doivent être regardés comme des guides sûrs dans l'art difficile de faire l'examen chimique de ces liquides. Ceux de Bergman sur les fontaines d'Upsal, les eaux de Danemarck; de Black, sur plusieurs eaux d'Islande; de Gioanetti, sur celles de Courmayeur; de Giobert, sur l'eau de Vaudier, et, s'il m'est permis de me citer moi-même, celui que j'ai donné sur l'eau d'Enghien, sont spécialement dans cet ordre. On a aussi beaucoup avancé, depuis vingt-cinq ans, l'art d'imiter les eaux minérales par des dissolutions artificielles de diverses matières salines dans l'eau pure. Les dissertations de Bergman sur la recomposition des eaux de Seidschutz, de Seltz, de Spa et de Pyrmont; l'art d'imiter les eaux minérales par le citoyen Duchanoy, médecin de Paris, doivent être rangés dans cette classe. Ils sont le complément de l'analyse des eaux et en attestent les progrès.

§. II.

Des matières salines et des autres principes qui minéralisent les eaux.

13. Les nombreuses analyses d'eaux minérales, faites depuis quarante ans sur-tout avec assez d'exactitude pour en déterminer les principes, ont appris que les plus fréquens comme les plus abondans minéralisateurs de ces eaux se trouvent dans la classe des corps salins. C'est pour cela qu'il est plus naturel de traiter de ces liquides à la suite de l'histoire des sels, que dans toute autre partie d'un système méthodique de chimie. En général, tout ce qu'on a découvert sur ces principes salins minéralisateurs des eaux, nous apprend que c'est surtout dans la classe des sels qu'on nomme fossiles, que se rencontrent ceux qu'elles tiennent en dissolution. Il y a cependant deux réflexions remarquables à faire sur cet objet: la première, c'est que les sels fossiles peu ou non dissolubles ne se trouvent point dans les eaux minérales; la seconde, c'est qu'au contraire les plus dissolubles, et spécialement ceux qui sont dans la classe des déliquescens, ne se rencontrent que dissous, et jamais sous forme sèche. Il suffit d'énoncer ces vérités, pour les reconnaître absolument dépendantes de la nature des choses.

14. Parmi les sulfates, on connaît dans les eaux, 1°. le sulfate de soude, qui se trouve sur-tout dans celles de la mer, des sources et des fontaines salées; 2°. le sulfate de chaux, qui existe spécialement dans les eaux de puits, et qui constitue souvent celles qu'on nomme eaux *crues* ou *dures;* 3°. le sulfate de magnésie, qu'on a retiré d'abord de quelques eaux minérales, et qu'on a nommé, à cause de cela, sel d'Epsom, sel de Sedlitz, etc. Ce sel forme en particulier les eaux pur

gatives ; 4°. le sulfate acide d'alumine et de potasse : celui-ci y est le plus rare de tous ; on l'y croyait autrefois très-fréquent ; 5°. on n'a point trouvé dans les eaux les sulfates de barite et de strontiane, qui cependant sont manifestement déposés en cristaux de leurs dissolutions naturelles, non plus que les sulfates de potasse, d'ammoniaque, etc.

15. Aucun chimiste n'a encore annoncé la présence d'un sulfite quelconque dans les eaux minérales : il n'est pas cependant impossible que quelques-uns de ces sels, sur-tout les sulfites de potasse, de soude et d'ammoniaque, se rencontrent quelque jour dans les eaux voisines des volcans, puisque ces sels s'y forment souvent par les matériaux qui y existent ; mais dans le cas même où ils y seraient dissous, ils passeraient promptement à l'état de sulfates par le contact de l'air et l'absorption de l'oxigène.

16. Quoique plusieurs espèces de nitrates soient très-fréquentes à la surface du globe, il est rare de les rencontrer dans les eaux minérales. Cependant on en sépare quelquefois du nitre ou du nitrate de potasse, du nitrate de chaux ou du nitrate de magnésie. Ces sels existent particulièrement dans les eaux de mares, d'étangs, de lacs, ou se décomposent des matières végétales ou animales, ainsi que dans celles de quelques puits ou citernes qui traversent des terrains imprégnés de ces matières. On les extrait sur-tout des lessives des plâtras exploités par les salpêtriers ; et souvent deux ou trois d'entre eux constituent la plus grande partie des principes de ces lessives.

17. Les muriates sont les sels le plus fréquemment et le plus abondamment contenus dans les eaux minérales ; on y trouve sur-tout le muriate de soude, ceux de chaux, et de magnésie qui accompagnent souvent le premier ; beaucoup plus rarement le muriate de barite, indiqué par Bergman dans quelques eaux. On n'y a découvert ni le muriate de potasse, ni celui d'ammoniaque, ni ceux de strontiane, d'alumine, etc. Il est

un grand nombre d'eaux dont la présence et la quantité notable de muriate de soude déterminent la nature et constituent le principal caractère.

18. On n'a point encore trouvé de phosphates ni de fluates en dissolution dans les eaux minérales. Les phosphates terreux, et sur-tout le phosphate de chaux, le seul qu'on ait rencontré parmi les fossiles, sont, à la vérité, indissolubles; d'ailleurs ils sont peu répandus dans la nature. Cependant on ne peut pas douter que ces sels déposés en lames spathiques ou en cristaux réguliers et transparens, constituant l'apathite et la chrysolite, a été dissous dans l'eau et s'est séparé lentement de sa dissolution. Quant aux phosphates alcalins dissolubles, comme ils n'existent jamais dans les couches de minéraux, on ne doit point les rencontrer dans les eaux. Parmi les fluates, le seul que l'on connaisse dans les fossiles, le fluate de chaux, quoique manifestement déposé par l'eau, n'a jamais encore été trouvé dissous dans les eaux minérales.

19. Il faut en dire autant des borates. Le borax ou borate sursaturé de soude, celui qui paraît exister dans quelques eaux naturelles de la Perse, de l'Inde, de la Chine et du Japon, n'a cependant point été reconnu encore parmi les principes minéralisateurs des eaux. Le borate magnésio-calcaire montre par son gîte, sa cristallisation, sa demi-transparence ou sa transparence parfaite, que sa formation est due à l'eau; cependant on n'a rien trouvé dans les eaux du voisinage de Lunebourg, seul lieu où existe le borate qu'on y nomme *quartz cubique*, qui en annonce l'existence, et qui éclaire sur sa cristallisation et son dépôt.

20. Les carbonates sont au contraire les plus fréquens et souvent les plus abondans des sels qui minéralisent les eaux, comme ils le sont sous forme solide parmi les couches des fossiles. On dirait que ces composés sont ceux qui coûtent le moins à la nature et qu'elle fait avec le plus de profusion. Quoique

les carbonates de chaux et de magnésie soient presqu'insolubles, rien n'est si fréquent que de trouver ces deux sels parmi les principes minéralisateurs des eaux : ils y sont dissous, à la vérité, à l'aide de l'acide carbonique, qui se dégage par le feu, par le contact de l'air, et qui laisse précipiter les deux sels à mesure qu'il se volatilise. Le carbonate de soude se rencontre dans plusieurs eaux, qu'on nomme même, en raison de sa présence, eaux alcalines : il est fort ordinaire que de pareilles eaux soient en même temps acidules ou chargées en même temps d'acide carbonique. Il est plus rare qu'on trouve le carbonate d'ammoniaque en petite quantité dans certaines eaux, comme celles des mares et des marais où séjournent et se pourrissent des matières organisées.

21. J'ai indiqué les principales espèces de matières salines qui ont été reconnues dans les eaux minérales. Il serait presque superflu de dire qu'il est rare d'en trouver qui ne contiennent qu'une seule espèce de sel : que le nombre de celles qui existent en même temps n'est jamais considérable et excède bien rarement quatre ou cinq ; qu'il en est qui s'excluent mutuellement, comme le sulfate de soude et de magnésie avec le nitrate et le muriate de chaux, les sels calcaires avec le carbonate de soude.

22. Aux matières salines diverses dont je viens de faire l'énumération, la nature ajoute souvent d'autres matériaux appartenant, soit à la classe des corps comburans ou combustibles simples, soit à celle des acides, soit aux métaux, soit aux matières végétales. Le calorique, le gaz oxigène ou l'air atmosphérique, le gaz hidrogène sulfuré, et même un sulfure terreux ou alcalin, forment les premiers ; on ne peut pas y trouver ensemble le gaz oxigène ou l'air avec l'hidrogène sulfuré. Il n'est pas vrai, comme on l'a pensé pendant quelque temps, que les métaux, comme tels et dans leur état de pureté, puissent jamais se rencontrer dans les eaux. L'air rend les eaux légères et vives dans leur saveur

et leurs propriétés économiques ; le gaz hidrogène sulfuré constitue le plus grand nombre des eaux sulfureuses.

23. Parmi les acides on n'a encore trouvé que l'acide carbonique et l'acide boracitique pur dissous dans les eaux naturelles. Le premier est beaucoup plus fréquent et plus abondant que le second. Il se trouve réuni avec beaucoup de sels différens et variés ; c'est lui qui en rend plusieurs bien dissolubles. L'acide boracique qu'on n'a encore trouvé que dans quelques eaux de lacs de Toscane, n'y est uni qu'avec très-peu de matières salines différentes, et ne constitue jamais des eaux minérales proprement dites. Aucun autre acide ne s'est jamais présenté à nu dans les eaux.

24. Parmi les bases terreuses, il n'y a que la silice et l'alumine qu'on ait jusqu'à présent retirées des eaux. La première, sur-tout, paraît y être contenue dans une proportion beaucoup plus grande qu'on ne l'aurait jamais cru, et que l'art des dissolutions chimiques par l'eau simple ne l'aurait pu faire concevoir, d'après les expériences de Bergman et de Black. C'est pour cela qu'on voit des eaux en déposer par le contact de l'air et par l'évaporation spontanée, comme celles de la fontaine de Geiser en Islande, et qu'on ne doit pas être étonné de trouver la silice portée dans les végétaux, et les animaux y donner naissance à des concrétions.

L'alumine qui a été admise comme la cause de la propriété savonneuse dans les eaux, n'y est presque jamais que suspendue, et leur laisse un coup-d'œil louche et laiteux qui les fait facilement distinguer.

La chaux a été annoncée dans quelques eaux voisines des volcans ; mais c'est une assertion qu'aucune expérience exacte n'a confirmée encore, et qui ne peut pas être d'ailleurs appliquée aux eaux minérales proprement dites, puisqu'aucune de celles qu'on a rangées dans cette classe n'a jamais présenté rien de semblable.

Jamais on n'a rencontré d'alcali, potasse ou soude,

barite ou strontiane, purs et isolés dans les eaux, et il est même facile de concevoir que cela ne peut pas être, en raison de l'attraction forte que ces bases exercent sur une foule de corps.

25. Ce n'est pas seulement parmi les matières traitées dans les trois classes de corps qui précèdent les substances salines que se trouvent des principes minéralisateurs des eaux étrangers à ces dernières. On y rencontre encore, et plusieurs sels métalliques, c'est-à-dire des combinaisons d'oxides de métaux avec les acides, et quelques-uns des matériaux qui ont appartenu aux composés végétaux. C'est sur-tout le fer qui donne naissance aux premiers de ces matériaux minéralisateurs des eaux, et qu'on y rencontre uni le plus souvent à l'acide carbonique, quelquefois, mais bien plus rarement, à l'acide sulfurique et à l'acide muriatique. Le cuivre s'y trouve bien plus rarement encore à l'état de sulfate, et forme des eaux vénéneuses qui n'existent que dans les mines de ce métal. On a même annoncé la présence de l'arsenic en oxide dans quelques eaux souterraines coulant parmi les couches de mines chargées de ce dangereux métal.

26. Enfin, on a compté parmi les matériaux des eaux des substances colorantes végétales ou des extraits de plantes et des bitumes. Les extraits ne se trouvent que dans des eaux où séjournent et se corrompent des feuilles, des tiges, des écorces, et même des plantes aquatiques tout entières; et ce ne sont pas là des eaux minérales proprement dites.

Il n'est pas rare, comme on le verra par la suite, que des bitumes liquides suintent à travers des eaux souterraines, et viennent nager à leur surface, sur laquelle on les recueille; il ne l'est pas non plus que des eaux souterraines traversent des filons de bitume solide. On sent bien que, dans l'un et l'autre cas, ces liquides doivent être plus ou moins imprégnés de bitume. Cependant on ne compte pas ordinairement ces eaux parmi les eaux minérales proprement dites ou mé-

dicinales ; et ce qu'on nommait autrefois, dans ces dernières, bitume des eaux, produit de leur évaporation, d'une saveur âcre, amère, forte, était un sel déliquescent presque toujours du muriate de chaux.

§. III.

De la classification des eaux minérales d'après leurs principes.

27. Si parmi les matières fossiles qui minéralisent les eaux, on compte plus de substances salines que de corps étrangers à la nature de ces dernières, il n'en est pas moins nécessaire cependant d'avoir égard aux unes et aux autres pour classer et diviser ces liquides naturels. Une classification des eaux est un des objets les plus utiles et les plus importans qu'on puisse traiter en physique. Elle éclaire toutes les sciences et tous les arts sur l'emploi de telle ou telle eau ; car elle ne doit pas comprendre seulement les eaux usitées en médecine sous le nom d'eaux médicinales, mais encore toutes celles qui, chargées de trop peu de principes ou de principes trop actifs pour avoir une action prompte et déterminée ou utile sur l'économie animale, en contiennent cependant assez pour produire quelques effets qui ne sont pas indifférens dans les usages de la vie ou dans les procédés des arts.

28. Il est utile de partager, sous ce point de vue, toutes les eaux naturelles en deux grandes classes : la première, comprenant les eaux considérées par rapport aux lieux qu'elles occupent, aux masses qu'elles présentent, à la manière dont elles sont placées à la surface du globe : toute cette première classe renferme les *eaux économiques*. A la seconde appartiennent les eaux moins abondantes que les premières, cantonnées, en quelque sorte, dans quelques points particuliers du globe, et distinguées par des propriétés bien plus mar-

quées sur l'économie animale : ce sont les *eaux médicinales.*

29. Dans la classe des eaux économiques sont rangées celles de neige, de pluie, de fontaines, de fleuves, de puits, de lacs, de marais et de la mer.

Les eaux de *neige* recèlent, suivant Bergman, un peu de muriate de chaux, et quelques faibles traces de nitrate calcaire ; récemment fondues elles sont privées d'air et d'acide carbonique que l'on trouve dans toutes les autres ; ce qui est vraisemblablement la cause de leurs effets fâcheux sur les animaux.

L'*eau de pluie* contient les deux sels de la précédente à plus grande dose ; elle est de plus assez chargée d'air et d'un peu d'acide carbonique, qui la rendent très-utile à la végétation. Les anciens chimistes l'assimilaient à de l'eau distillée ; mais on voit qu'elle n'est pas aussi pure, et elle contient souvent quatre matières qu'on ne retrouve point dans celle-ci. Quand on veut recueillir de l'eau de pluie pour des usages chimiques, il faut prendre la dernière tombée.

L'*eau de fontaine* ou de *source* est très-pure quand elle coule sur le sable. Dans un autre cas, elle tient le plus souvent du carbonate de chaux, du muriate calcaire, du muriate de soude ou du carbonate de soude.

L'*eau de fleuve* ou de *rivière* est souvent plus pure que celle de fontaine ; le mouvement la purifie. On y trouve les mêmes principes, mais souvent moins abondans que dans la précédente.

L'*eau de puits* séjournant presque toujours dans des terrains salins, tient, outre les sels qui viennent d'être énoncés, du sulfate de chaux et du nitrate de potasse ; de sorte qu'on y rencontre cinq ou six sels à la fois, et qu'il n'est pas aisé d'en faire une analyse exacte quand on veut la pousser jusqu'à la connaissance des proportions.

L'*eau de lac* est moins limpide et plus pesante que les dernières ; souvent elle forme un dépôt spontané de sels ter-

reux ; souvent encore elle est colorée et d'une saveur désagréable. Outre les cinq à six sels déja indiqués ; elle contient presque toujours une matière extractive.

L'*eau de marais*, moins mue que toutes les précédentes, est encore moins vive, moins limpide, plus lourde, chargée de plus de matière extractive, en sorte que souvent elle a une couleur jaunâtre.

Enfin l'*eau marine*, salée comme on sait, par le muriate de soude que la nature y a placé, tient de plus du sulfate de magnésie, du sulfate de chaux et beaucoup de matière extractive.

3o. Les eaux minérales proprement dites, ou plutôt les médicinales, doivent être classées d'après le principe qui y domine, et considérées sous ce point de vue on peut les partager en quatre classes ; savoir, les eaux acidules, les eaux salines, les eaux sulfureuses, et les eaux ferrugineuses. Quoiqu'il n'y ait que celles de la seconde qui semblent devoir être traitées ici, puisque c'est d'après les propriétés des sels qu'on a été conduit à leur histoire, il ne sera pas inutile de dire, à cette occasion, un mot de celles qui, quoique d'une autre nature, sont souvent en même temps chargées de quelques sels.

PREMIÈRE CLASSE.

Eaux acidules.

Ce sont celles où l'acide carbonique domine. Elles sont caractérisées par le piquant, l'agitation, les bulles, la couleur rouge qu'elles communiquent au tournesol, le précipité qu'elles forment dans les dissolutions de barite, de strontiane et de chaux. Aucune ne tient d'acide carbonique pur et seul ; presque toutes tiennent en même temps du muriate de soude, du carbonate de soude, du carbonate de

chaux, de magnésie, et souvent ces quatre sels à la fois, comme l'eau de Seltz ; il en est aussi où se trouve le fer ; enfin, les unes sont chaudes ou thermales en même temps qu'acidules, comme celles de Vichy, du Mont-d'Or, de Châtel-Guyon, etc. ; et les autres sont froides et alcalines, telles que les eaux de Myon, de Bard, de Langeac, de Chateldon, de Vals, etc.

IIe. CLASSE.

Eaux salines.

Je nomme ainsi celles dont les principes prédominans sont des sels proprement dits, et qui par conséquent appartiennent bien plus à cette section que toutes les autres. Elles peuvent en même temps contenir d'autres matières, de l'acide carbonique, du gaz hidrogène sulfuré, du fer ; mais ces corps y sont trop peu abondans, en comparaison des premiers, pour qu'on y fasse autant d'attention.

On peut diviser cette seconde classe en cinq ordres, suivant l'espèce de sel qui domine dans les eaux. Si elles sont chargées de sulfate de chaux, elles constituent des *eaux dures*, des *eaux crues*, fades, qui ne dissolvent pas le savon, ne cuisent pas les légumes, comme les eaux de puits de Paris.

Quand elles tiennent du sulfate de magnésie prédominant sur d'autres principes, elles sont *amères* et *purgatives* comme les eaux de Sedlitz, de Seidschutz, d'Egra.

Si c'est le muriate de soude qui y est en excès, elles sont salées.

Le carbonate de soude, plus abondant que d'autres sels, forme les eaux *alcalines*.

Enfin, quand elles tiennent abondamment le carbonate de chaux, qui n'y est jamais dissous sans le secours de l'acide

carbonique, mais qui peut y exister sans excès de cet acide, et de manière que le sel calcaire les caractérise seul ; elles forment des espèces d'*eaux dures*, *terreuses*, qui déposent plus ou moins facilement leur sel insipide en stalactites, en incrustations.

III. CLASSE.

Eaux sulfureuses.

Bien caractérisées et faciles à distinguer par leur odeur fétide, la propriété de dorer et de noircir l'argent, celle de déposer du soufre par le contact de l'air, elles forment, à ce qu'il paraît, deux ordres : celles qui ne sont chargées que d'hidrogène sulfuré sans base alcaline ou terreuse, comme le plus grand nombre des eaux sulfureuses ; et celles qui contiennent un véritable sulfure, comme paraissent être les eaux de Barège, de Cauterets, les Eaux-Bonnes, etc. Outre leur principe sulfuré, la plupart de ces eaux tiennent en même temps des sels et sur-tout des muriates et des sulfates alcalins et terreux.

IVe. CLASSE.

Eaux ferrugineuses.

On verra, dans la section suivante, que le fer est si abondant au sein de la terre, et si fréquemment répandu dans ses couches, qu'il devient un des principes minéralisateurs les plus ordinaires des eaux minérales, et que les eaux ferrugineuses sont les plus communes de toutes. Il n'est presque pas un pays où l'on ne possède une ou plusieurs sources d'eaux ferrugineuses. On doit distinguer trois ordres dans les eaux, suivant l'état du fer qui y est contenu ; ou bien en effet ce métal y est dissous en carbonate par l'acide carbonique, mais de manière que ce dernier n'est pas en excès : ce sont alors les eaux *ferrugineuses simples*, comme celles

de Forges, d'Aumale, de Condé; ou bien le même carbonate de fer, dissous par son acide, est accompagné d'un grand excès de ce dernier : alors les eaux sont ferrugineuses acidules, telles que celles de Spa, de Pyrmont, de Pougues, de Bussang, etc. ou enfin le fer y est à l'état de sulfate, comme il paraît l'être dans celles de Passy, de Provins, etc.

31. A ces quatre classes comprenant dix ordres d'eaux minérales proprement dites, ou assez chargées de sels et de substances fossiles pour avoir les propriétés médicinales, quelques auteurs ajoutent encore, 1°. des eaux *thermales simples* ou les eaux chaudes naturelles, sans autre principe que le calorique; 2°. les *eaux savonneuses* qu'on dit contenir de l'argile ou alumine, qui les rend douces et onctueuses, mais dont on n'a pas établi l'existence et la nature par des expériences assez décisives; 3°. des *eaux bitumineuses*, dont la composition n'est pas constatée plus exactement que celle des précédentes, et qui ne sont pas d'ailleurs comprises parmi les eaux vraiment médicinales. Je n'ai pas parlé non plus des eaux cuivreuses, des eaux arsenicales, parce qu'elles ne sont pas rangées avec les précédentes, parce qu'elles n'existent que dans les mines, dont elles sont un des produits, et parce qu'il en sera question plus à propos dans l'histoire des métaux.

§. IV.

De l'examen des eaux par les réactifs.

32. Il y a trois moyens de reconnaître la nature des eaux. Le premier n'est propre qu'à donner une notion vague et générale des principes qui y dominent; il consiste dans l'ensemble des observations physiques qu'on peut faire sur les eaux, sur leur source, leurs dépôts, leur efflorescence, les terrains qui les avoisinent. Le second fait pénétrer plus avant dans la connaissance de leurs composans; il en fait apprécier

les principaux, leurs différences, leur nombre, et même jusqu'à un certain point leur rapport de proportion. Pour l'obtenir on examine les eaux par diverses matières qu'on ajoute; les changemens produits par leur mélange annoncent ce que ces liquides contiennent: on nomme ces matières des réactifs. Le troisième moyen est le seul qui fasse déterminer avec précision les véritables principes des eaux; il est le complément des deux premiers : c'est l'action du feu qui sépare de l'eau les diverses substances qui y sont contenues. Commençons par indiquer dans ce paragraphe les deux premiers moyens. Le troisième, très-fertile en faits et très-important à connaître, fera le sujet du suivant.

33. L'observation et la comparaison des propriétés ou caractères physiques des eaux et de tout ce qui environne leurs sources, n'est au fait qu'un moyen accessoire et qui doit précéder, dans son emploi, tous ceux dont on a coutume de se servir pour essayer ces liquides. On y compte la situation de la source, la nature du terrain d'où elle sort, les couches de minéraux qui le forment, les dépôts du fond des sources et des ruisseaux, les incrustations des corps qui y tombent, les filamens, les flocons pulvérulens ou glaireux qu'on y rencontre, les pellicules qui couvrent les eaux, les sublimés attachés aux voûtes, puis la saveur, l'odeur, la couleur, la pesanteur spécifique, la température, la quantité, le cours, la rapidité ou la hauteur des eaux. On doit même, en variant les temps de ces observations, les comparer, dans des saisons diverses, à différentes heures du jour. Il est impossible que ces premières recherches ne donnent pas quelque notion positive sur la nature des eaux, et ne servent pas à diriger les expériences qu'on doit se proposer de faire pour les connaître ensuite avec plus d'exactitude.

34. D'après ce qui a déja été énoncé sur les réactifs en général, on conçoit que toutes les matières chimiques, de quelque nature qu'elles soient, pourvu que leurs propriétés

et leur composition soient bien connues, pourraient servir de réactifs, et que même pour un chimiste habile et industrieux, aucun composé n'est inutile à leur analyse. Mais par une longue recherche on a cependant appris à faire un choix de quelques matières principales, dont les effets comparés suffisent pour indiquer les principes divers qui existent dans les eaux. Il est donc nécessaire d'énoncer, en traitant des eaux minérales en particulier, ceux de ces réactifs à l'aide desquels on a coutume de les essayer. Ils sont en général de deux classes ; ou bien ils appartiennent aux genres de corps déja examinés dans les sections précédentes, ou bien ils sont pris dans des sections différentes, soit parmi les dissolutions métalliques, soit dans les matériaux qui constituent le corps des végétaux et des animaux, ou qui en proviennent.

35. Deux circonstances qui compliquent ou font varier les effet des réactifs doivent rendre leur usage plus difficile et exiger une grande circonspection de la part des chimistes : l'une, c'est que la même substance réactive produit quelquefois un même effet apparent sur deux, trois ou quatre matières différentes contenues dans les eaux ; l'autre, c'est que le même réactif peut produire plusieurs de ces effets dans la même eau ; on remédie cependant à l'un et à l'autre de ces inconvéniens par la réunion de plusieurs de ces agens comparés, et par l'examen du dépôt qu'ils forment dans une eau. Cette manière de faire, la seule qui puisse rendre et beaucoup plus sûre et beaucoup plus utile l'administration des réactifs, suppose et qu'on n'en fixe pas véritablement le nombre, qui ne doit avoir d'autres limites que l'industrie ou les connaissances des chimistes, et qu'on ne se contente pas d'en ajouter quelques gouttes à une petite quantité d'eau ; mais qu'on traite, s'il est nécessaire, cette eau en grand par les réactifs, de sorte à pouvoir obtenir une proportion de précipité suffisante à une analyse exacte.

36. Les réactifs pris dans les classes des corps examinés jusqu'ici appartiennent soit aux corps brûlés et aux acides, soit aux bases alcalines ou terreuses, soit aux sels. Parmi les acides, ceux qui servent le plus souvent et avec le plus de succès à l'examen des eaux, sont l'acide sulfurique, l'acide sulfureux, l'acide nitreux et l'acide muriatique oxigéné.

Le premier annonce dans une eau la présence de la barite par le précipité pesant et abondant qu'il y forme, et celle, ou de l'acide carbonique, ou des carbonates terreux et alcalins, par l'effervescence qu'il y produit.

Le sulfureux montre le soufre en précipité blanc long temps suspendu dans les eaux qui en contiennent à l'état d'hidrogène sulfuré.

Le nitreux produit le même effet et détruit l'odeur fétide de ces eaux, en séparant le soufre en poudre blanche, qui se rassemble en petits globules par l'action de la chaleur.

L'acide muriatique oxigéné sert au même usage, en décomposant l'hidrogène sulfuré; il arrive souvent qu'il brûle le soufre en même temps que l'hidrogène, lorsqu'on en met une trop grande quantité.

37. Les bases terreuses ou alcalines les plus employées comme réactifs sont au nombre de trois : l'eau de chaux, la potasse et l'ammoniaque liquides. L'eau de chaux absorbe l'acide carbonique et se précipite avec lui en craie, dont le poids indique celui de l'acide; elle décompose aussi le carbonate de soude qui s'y rencontre, en précipitant du carbonate de chaux; enfin elle enlève les acides à la magnésie, qu'elle précipite en petits flocons blanchâtres qui se rapprochent lentement. Ce triple effet, qui pourrait avoir lieu à la fois, exigerait alors l'examen du précipité formé; la proportion du carbonate de chaux et de la magnésie, et l'examen de la liqueur détermineraient le rapport et la coexistence de chaque effet, mais assez difficilement pour que l'eau de chaux ne soit véritablement utile que dans l'un des cas cités, sur-

tout l'appréciation de la quantité d'acide carbonique que l'eau minérale recèle. Pour distinguer l'acide appartenant au carbonate de soude de celui qui est libre dans l'eau, on précipite une égale quantité de ce liquide, après l'avoir privé du dernier par une longue ébullition, et on défalque un poids égal à celui qu'on obtient, dans ce dernier cas, de la somme totale du premier obtenu sur l'eau non bouillie.

38. La potasse pure liquide produit plusieurs effets simultanés dans les eaux. Elle décompose les sulfates, les nitrates et les muriates de chaux et de magnésie, et en sépare les terres à la fois; elle précipite les carbonates de chaux et de magnésie dissous à la faveur de l'acide carbonique qu'elle absorbe; quand elle est bien concentrée, elle trouble même les eaux qui tiennent en dissolution des sels alcalins, parce qu'elle diminue leur solubilité par l'attraction qu'elle exerce sur l'eau. On reconnaît ce dernier effet en ajoutant beaucoup d'eau qui redissout le précipité, lequel d'ailleurs est en petits cristaux. Les terres calcaire et magnésienne se dissolvent dans les acides sans effervescence; les carbonates terreux séparés par l'absorption de l'acide carbonique s'y unissent au contraire avec une vive effervescence. Les sels métalliques sont aussi décomposés et précipités par la potasse; mais la couleur, la forme et l'apparence totale des oxides et sur-tout de celui du fer une fois séparé, les font facilement reconnaître.

39. L'ammoniaque ne décompose que les sels magnésiens et alumineux qui peuvent se trouver dans les eaux; encore ne précipite-t-elle que moitié des premiers en formant des sels triples avec la portion qui reste non décomposée. Elle sépare aussi le carbonate de chaux et de magnésie dissous par l'acide carbonique, en absorbant celui-ci. Elle fait la même chose sur le carbonate de fer également dissous par cet acide; mais elle agit sur-tout sur les sels cuivreux, et spécialement sur le sulfate de ce métal qui se trouve dans quelques eaux. Ces dissolutions cuivreuses prennent alors une couleur bleue qui

fait reconnaître très-aisément leur nature et la présence du métal qui les minéralise. On ne fait presque jamais usage de cet alcali volatil comme réactif, parce que ses effets sont peu sensibles, parce qu'il est moins utile que l'eau de chaux, et parce que le précipité qu'il donne, à moins que ce ne soit un oxide métallique, est difficile à déterminer, quoiqu'il soit presque toujours incomplet, et cependant mélangé de plusieurs substances diverses.

40. Dans la section des sels, il n'y a que des muriates terreux et des carbonates alcalins qui puissent avoir quelque avantage comme réactifs. Le muriate de barite sert à reconnaître les sulfates et même la quantité d'acide sulfurique contenue dans une eau, d'après le poids du sulfate de barite qu'on obtient ; le muriate de chaux précipite les sulfates alcalins en sulfate calcaire. Les carbonates alcalins qui autrefois étaient employés comme alcalis pour reconnaître et précipiter les sels terreux, à une époque où l'on ne connaissait que ceux à base de terre absorbante, ne font plus que déterminer leur présence en général, en les précipitant tous à la fois, ceux à base de barite, à base de strontiane, de chaux, de magnésie, d'alumine : il est fort difficile de savoir exactement les effets souvent multipliés qu'ils produisent, à moins qu'on ne fasse un examen particulier des précipités qu'ils forment.

J'ai dit que les réactifs étrangers aux corps traités jusqu'ici appartenaient soit aux dissolutions des métaux, soit aux composés organiques.

41. Quant aux sels métalliques, il en est deux sur-tout, le nitrate de mercure et le nitrate d'argent, qui sont employés par-tout pour l'analyse des eaux, et qui fournissent sur leur nature des renseignemens exacts. L'un et l'autre annoncent, sans équivoque, la présence de l'acide sulfurique et de l'acide muriatique, sans cependant indiquer les bases auxquelles ces acides sont unis. Dans l'histoire des deux métaux avec lesquels on prépare ces dissolutions, ce qu'on

dira de leurs nitrates rendra beaucoup plus exacte, beaucoup plus complète, et conséquemment beaucoup plus claire, l'action de ces sels métalliques sur les eaux; on verra d'ailleurs, dans les sections suivantes, qu'un grand nombre d'autres sels métalliques peuvent être employés par les chimistes pour connaître les principes des eaux minérales.

42. Les végétaux fournissent pour l'analyse des eaux trois ou quatre matières colorantes très-utiles, deux acides et un sel métallique dont la réaction est d'un grand avantage dans ce genre d'analyse. Le tournesol qui rougit par l'hidrosulfure et par l'acide carbonique des eaux, qui, dans ce dernier cas, perd sa rougeur par l'exposition à l'air enlevant l'acide carbonique; la teinture de violette qui verdit par les carbonates de soude et de chaux, ainsi que par les sels de fer; le papier jauni par le curcuma, que les matières alcalines, même légères et terreuses, font passer au pourpre violet; la faible nuance bleuâtre ou rougeâtre des mauves, qui devient d'un beau vert par les mêmes substances : ces quatre matières sont employées avec succès pour connaître la présence des principes énoncés ici.

L'acide oxalique, soit naturel, extrait du sel d'oseille, soit artificiel préparé, comme on le dira, avec le sucre et l'acide nitrique, annonce surement la chaux qu'il enlève à tous les acides, et avec laquelle il forme un sel insoluble dont le précipité devient sensible par la plus petite dose.

L'acide gallique indique dans les eaux la présence du fer par la couleur rouge vineuse ou par le précipité noir atramentaire qu'il y fait naître; quand il n'y a ni l'un ni l'autre effet, on peut être sûr qu'il n'y a point de fer dans l'eau.

L'acétite de plomb noircit par l'hidrosulfure, précipite en petits grains blancs indissolubles par tous les sulfates, en poudre blanche et lourde, soluble dans le vinaigre par tous les muriates. La présence des carbonates alcalins ou terreux dans les eaux précipite aussi l'acétite de plomb. L'alcool et

le vinaigre servent souvent à l'analyse des eaux, mais c'est moins comme réactif que comme dissolvant de certains de leurs principes, ainsi qu'on le fera voir plus bas.

43. On a beaucoup employé autrefois des matières animales pour l'analyse des eaux; on les mêlait avec le sang, le lait, la bile, et on concluait de leurs effets sur ces liquides ce qu'elles devaient produire dans les animaux vivans. Il y a déja long temps qu'on a rejeté ces ridicules applications comme des erreurs dangereuses. On n'emploie plus aujourd'hui qu'un composé chimique, fait avec les matières animales traitées par deux des alcalis fixes pour l'analyse des eaux. Ce composé, qui ne doit pas être décrit ici, mais seulement indiqué, est nommé prussiate de potasse ou de soude, parce que lorsqu'il rencontre du fer dans une eau, il l'entraîne et le précipite en une belle couleur bleue qu'on nomme bleu de Prusse. Il en sera fait une mention expresse dans la huitième section de cet ouvrage.

§. V.

De l'analyse des eaux par l'évaporation.

44. Quelque soin qu'on apporte dans l'emploi des réactifs, ils ne suffisent point pour faire connaître avec exactitude le nombre et la proportion des sels ni des autres matières contenues dans les eaux minérales; ils ne donnent qu'une notion préliminaire et propre à guider dans les autres procédés qui doivent être pratiqués à la suite. Ceux auxquels on a recours pour compléter l'analyse d'une eau exigent l'emploi du feu ou l'évaporation. On a deux buts en exposant les eaux minérales à la chaleur : l'un, de recueillir les matières volatiles qui peuvent s'y rencontrer; l'autre, d'obtenir à part et sous forme solide les substances fixes et salines qui en forment les principes minéralisateurs.

45. Pour séparer les matières gazeuses, l'acide carbonique, le gaz hidrogène sulfuré ou l'air atmosphérique qui se trouvent dissous l'un ou l'autre dans les eaux, on les distille dans une cornue à la dose de quelque litres ou de quelques kilogrammes, en adaptant au bec de ce vaisseau une cloche pleine de mercure; on fait bouillir l'eau quelques minutes, jusqu'à ce qu'il ne s'en dégage plus rien; on défalque du fluide gazeux obtenu le volume d'air contenu sur l'eau dans la cornue; on tient compte de l'état de pression augmentée ou diminuée sur le gaz recueilli dans la cloche pour en estimer avec justesse la quantité; on en fait l'examen par les procédés connus: je préfère cependant à cette distillation, qui ne donne jamais la dose exacte des gaz, leur absorption ou leur destruction par les réactifs, l'eau de chaux pour l'acide carbonique, l'oxide de plomb, l'acide nitreux pour le gaz hidrogéné sulfuré, et le sulfate de fer pour l'air ordinaire.

46. L'évaporation destinée à recueillir les sels et les matières fixes doit être faite sur quinze à vingt kilogrammes au moins des eaux les plus riches en principes, et sur trois ou quatre fois plus pour des eaux peu chargées de matières. Il faut la faire dans des vases d'argent, de terre ou de porcelaine, à une chaleur modérée, en écartant les poussières à l'aide d'un couvercle percé ou d'une double gaze. Autrefois on faisait l'évaporation en différens temps, et on séparait les substances différentes suivant les temps divers où elles se montrent. Aujourd'hui on a reconnu que cette séparation n'était ni exacte ni avantageuse; et l'on a trouvé qu'il valait mieux évaporer les eaux à siccité de manière à en obtenir le résidu tout entier. On ménage beaucoup la chaleur sur la fin de l'évaporation; on dessèche médiocrement la matière qui reste, on la pèse avec soin, et on la réserve pour la traiter de la manière suivante.

47. L'expérience ayant fait voir que ce résidu de l'évaporation des eaux minérales était composé de sels déliquescens,

de sels simplement solubles dans l'eau froide, d'autres sels dissolubles dans l'eau bouillante en grande quantité, et enfin de matières indissolubles dans l'eau à toutes les températures, on a fondé sur cette connaissance l'art d'analyser ce résidu.

On le traite d'abord par cinq à six fois son poids d'alcool très-rectifié qu'on fait légèrement chauffer, et qu'on laisse séjourner quelques heures ; on décante ce dissolvant : le résidu se trouve alors avoir perdu sa propriété déliquescente.

On le lessive en second lieu avec huit à dix fois son poids d'eau froide, qui dissout les sels alcalins.

Après ces deux premiers dissolvans on fait bouillir le résidu dans trois ou quatre cent fois son poids d'eau bouillante, qui enlève les sels les moins dissolubles.

Enfin on applique en dernière analyse des acides successivement plus forts pour isoler et connaître les sels indissolubles terreux, l'oxide métallique et la silice qui restent souvent mêlés après l'action des trois premiers dissolvans. Chacune de ces lessives est ensuite examinée en particulier.

48. La dissolution alcoolique contient le plus souvent des muriates de chaux et de magnésie, rarement des nitrates des mêmes bases, sels qui sont tous déliquescens et dissolubles dans l'alcool. On les reconnaît et on en détermine la proportion en évaporant à siccité cette dissolution, en redissolvant les sels bien pesés dans l'eau, en précipitant la magnésie par la chaux et la chaux par l'acide sulfurique ou par l'acide oxalique. On peut, pour avoir un résultat exact, séparer la dissolution aqueuse en trois parties égales, décomposer l'une avec l'eau de chaux qui donne la quantité de magnésie en triplant le poids qu'on en obtient ; précipiter la seconde par l'acide oxalique, et la troisième par le sulfurique ; en comparant la dose de ces deux précipités, en calcinant l'oxalate qui ne laisse que de la chaux pure, on a le poids exact de la chaux. On s'assure de l'acide uni à ces bases, en versant un peu d'acide sulfurique concentré sur une petite

portion du résidu obtenu de l'évaporation de l'alcool. La vapeur dégagée fait aisément reconnaître ou l'acide muriatique ou l'acide nitrique.

49. La lessive à l'eau froide contient des sels bien dissolubles, le muriate de soude, le sulfate de soude, le sulfate de magnésie, le nitrate de potasse, le carbonate de soude, jamais tous à la fois, mais quelquefois deux ou trois ensemble. Il faut noter cependant qu'un peu de muriate de soude ou de nitrate de potasse doivent avoir été dissous dans l'alcool avec les sels déliquescens, mais que cette petite portion peut être obtenue et isolée par l'évaporation. On reconnaît et on sépare les sels dissous dans cette lessive aqueuse en l'évaporant avec précaution; on les obtient les uns après les autres, on les distingue à leur forme, leur saveur, et à toutes leurs propriétés.

50. Dans la lessive par l'eau bouillante, il n'y a jamais que du sulfate de chaux que l'on reconnaît et dont on détermine en même temps la quantité par l'acide oxalique, qui en précipite la chaux, et par une dissolution de barite, qui entraîne l'acide sulfurique. On le retire encore par l'évaporation sous la forme de petites plaques insipides, indissolubles, qui, chauffées avec du charbon, donnent du sulfure de chaux rougeâtre et fétide au moment où on le jette dans l'eau.

51. Le résidu des eaux minérales traitées par les trois dissolvans précédens, contient des carbonates terreux avec ou sans carbonate de fer, et souvent mêlés d'alumine et de silice. On sait s'il y a du fer par une couleur jaune ou rougeâtre; dans ce cas, on mouille le résidu et on l'expose à l'air et au soleil pendant plusieurs jours, afin d'oxider le fer et de le rendre indissoluble dans l'acide acéteux qu'on emploie d'abord pour dissoudre les carbonates terreux. Cette première dissolution, qui forme ordinairement des acétites de chaux et de magnésie, est évaporée à siccité; en laissant le sel qui en provient exposé à l'air, l'acétite magné-

sien en absorbe l'humidité, et on le sépare de l'acétite calcaire par cette déliquescence : on peut d'ailleurs les soumettre à tous les moyens d'épreuve nécessaires pour en déterminer les proportions.

Le fer et l'alumine sont ensuite dissous par l'acide muriatique ; on les sépare, et on en estime la quantité respective par des moyens appropriés. Il ne reste plus ensuite que la silice que l'on traite, pour la reconnaître avec exactitude, par le carbonate de soude, au chalumeau, et qui se fond avec effervescence en un globule vitreux transparent.

§. VI.

De la synthèse ou de la fabrication artificielle des eaux minérales.

52. On regarde depuis long temps une analyse chimique bien faite, lorsqu'on peut, à l'aide de la synthèse, recomposer la matière analysée. Cette vérité est applicable aux eaux minérales, quoiqu'elle soit dans l'ordre de celles qu'on n'a découvertes que depuis quelques années. On ne doit réellement compter sur l'exactitude d'une analyse d'eau que lorsqu'en dissolvant dans ce liquide pur les mêmes principes et dans la même proportion qu'on les a trouvés, on imite exactement cette eau, de manière qu'elle se comporte, par tous les essais et tous les réactifs, comme la naturelle.

53. On a si bien réussi depuis les découvertes de l'acide carbonique et du grand nombre de substances salines, à analyser exactement et conséquemment à recomposer les eaux minérales, qu'on en a fait un art nouveau et très-important pour l'humanité, puisqu'il s'agit de la préparation de médicamens appropriés à un grand nombre de maladies. On commence par choisir pour cela de l'eau très-pure, de source, de fontaine ou de rivière, qui ne contienne

rien ou presque rien d'étranger ; on y dissout ensuite du gaz acide carbonique, s'il est question d'eaux acidules, et ensuite des sels que l'analyse a montrés dans l'eau qu'on imite. On y met du fer si ce sont des eaux martiales qu'on veut fabriquer.

54. Quand on veut préparer des eaux sulfureuses on sature de l'eau bien bouillie et privée d'air de gaz hidrogène sulfuré, dégagé du sulfure alcalin ou du sulfure de fer, l'un ou l'autre réduit en poudre, et sur lesquels on verse de l'acide sulfurique ou muriatique étendus d'eau. Quand on a saturé cette eau par une légère agitation, on y introduit les sels ou les matières fixes qu'on sait y être contenues. Dans cette imitation, on ne se propose pas d'insérer dans les eaux qu'on fabrique les matières inertes, les carbonate et sulfate de chaux qu'on a trouvés dans celles de la nature que l'on veut imiter. On n'y fait entrer que les sels sapides actifs ; on les emploie bien purs et cristallisés. On peut même les ajouter en plus grande quantité qu'ils ne sont dans la nature, et préparer ainsi des eaux plus fortes et plus pénétrantes que celles qu'on veut imiter.

55. Bergman a donné ainsi le moyen d'imiter les eaux de Seidschutz, de Seltz, de Spa, de Pyrmont, de Saint-Charles en Bohême et d'Aix-la-Chapelle. Voici, d'après son analyse, les principes qu'il propose de dissoudre dans l'eau pour imiter chacun de ces liquides, jouissant en effet pour la plupart d'une grande réputation. J'offre d'abord dans ce tableau la quantité de ces principes en grains, rapportée ainsi par Bergman à une quantité d'eau également estimée en grains, et ensuite leurs proportions en fractions décimales, ou en millièmes, des eaux qui les contiennent.

Eaux de Seidschutz.

Poids	= 17991 $\frac{17}{32}$ grains	= 1000.
Pes. spéc. . . .	= 1,0060.	
Air pur	= $\frac{41}{08}$ pouc. cub.	= 0,011.
Carb. de ch. . .	= $\frac{45}{123}$ pouc. cub.	= 0,015.
Acide carbon. .	= 1 $\frac{19}{21}$ grains	= 0,106.
Sul. de ch. . .	= 5 $\frac{5}{32}$ grains	= 0,294.
Carb. de magn. .	= 10 $\frac{3}{8}$ grains	= 0,577.
Sul. de magn. .	= 363 $\frac{13}{16}$ grains	= 20,812.
Muriat. de magn.	= 7 $\frac{5}{14}$ grains	= 0,512.

Eaux de Seltz.

Poids	= 17932 $\frac{17}{32}$	= 1000.
Pes. spéc. . . .	= 1,0027.	
Air pur	= $\frac{41}{108}$ pouc. cub.	= 0,011.
Acide car. . . .	= 24 pouc. cub.	= 0,910.
Carb. de magn. .	= 7 $\frac{3}{32}$ grains	= 0,396.
Carb. de magn. .	= 12 $\frac{1}{2}$ grains	= 0,697.
Carb. de soude. .	= 10 $\frac{5}{32}$ grains	= 0,566.
Mur. de soude. .	= 46 $\frac{11}{32}$ grains	= 2,684.

Eaux de Spa.

Poids	= 17902 $\frac{1}{8}$ grains	= 1000.
Pes. spéc. . . .	= 1,0010.	
Acide carbon. .	= 18 pouc. cub.	= 0,684.
Carb. de ch. . .	= 3 $\frac{19}{32}$ grains	= 0,201.
Carb. de magn. .	= 8 $\frac{7}{13}$ grains	= 0,479.
Carb. de soude .	= 3 $\frac{19}{32}$ grains	= 0,201.
Carb. de fer . .	= 1 $\frac{3}{0}$ grains	= 0,077.
Mur. de soude .	= $\frac{8}{19}$ grains	= 0,023.

Eaux de Pyrmont.

Poids	= 17927 $\frac{2}{13}$ grains	= 1000.
Pes. spéc. . . .	= 1,0024.	
Acide carbon. .	= 37 $\frac{2}{3}$ pouc. cub.	= 1,429.

Carb. de ch. . .	= 8 $\frac{7}{15}$ grains	= 0,473.
Carb. de magn. .	= 19 $\frac{1}{10}$ grains	= 1,063.
Carb. de fer . .	= 1 $\frac{5}{6}$ grains	= 0,077.
Sulf. de chaux .	= 16 $\frac{3}{10}$ grains	= 0,909.
Sulf. de magnésie	= 10 $\frac{5}{6}$ grains	= 0,579.
Mur. de soude .	= 2 $\frac{31}{32}$ grains	= 0165.

Eaux de Saint-Charles en Bohême. Chaleur 58 $\frac{2}{3}$.

Poids	= 17900 grains	= 1000.
Pesanteur spécifique.		
Gaz hidr. sulfuré	= 24 pouc. cub.	= 0,442.
Carb. de chaux .	= 10 $\frac{5}{32}$ grains	= 0,568.
Carb. de soude .	= 28 $\frac{5}{8}$ grains	= 1,585.
Soufre	= 3 $\frac{7}{19}$ grains	= 0,188.
Sulf. de soude .	= 100 $\frac{5}{8}$ grains	= 5,593.

Eaux d'Aix-la-Chapelle. Chaleur 49 $\frac{3}{5}$.

Poids	= 17897 grains	= 1000.
Pesanteur spé. .	=	
Gaz hidr. sulfuré	= 24 pouc. cub.	= 0,443.
Carb. de chaux .	= 11 $\frac{13}{32}$ grains	= 0,638.
Carb. de soude .	= 29 $\frac{5}{8}$ grains	= 1,655.
Soufre	= 3 $\frac{7}{19}$ grains	= 0,188.
Mur. de soude .	= 12 $\frac{9}{32}$ grains	= 0,692.

56. Depuis quelque temps, l'art a gagné encore beaucoup dans l'imitation des eaux minérales, spécialement de celles qui sont chargées de fluides élastiques, et qui leur doivent leurs vertus. A l'aide de machines qui exercent une grande pression, on fait entrer dans l'eau jusqu'à quatre et même cinq ou six fois son volume d'acide carbonique, et on l'en charge ainsi plus que ne le fait la nature. On opère le même effet avec le gaz hidrogène sulfuré, même avec le gaz oxigène; et il y a lieu de croire que l'on formera par ce procédé une nouvelle matière médicale puisée dans les propriétés des fluides élastiques.

Fin du quatrième volume.

TABLE DES MATIÈRES

DU QUATRIÈME VOLUME.

SUITE DE LA CINQUIÈME SECTION.

Fin de la table du quatrième volume.

ERRATA.

Page 13, ligne 31. sujet, *lisez* la suite.
21. —— 1. état, *lisez* état solide.
27. —— 6. du carbone, *lisez*, de l'oxide de carbone.
41. —— 8. carbone, *lisez* charbon.
59. —— 15. et les alcalis fixes, *lisez* la potasse et la soude.
102. —— 9. *après* très-âcre, *ajoutez* donnant beaucoup de froid avec la glace.
118. *A la fin de la page, après les mots* par l'ammoniaque, *ajoutez :*

ESPÈCE 135.

Carbonate ammoniaco-glucinien.

Plus soluble que le carbonate de glucine; laissant précipiter celui-ci en poudre lorsqu'on chauffe avec le contact de l'air sa dissolution, et qu'on dissipe le carbonate d'ammoniaque en vapeur.

119. —— 1. Les cent trente-quatre, *lisez* les cent trente-cinq. *Faites la même correction dans tous les endroits où l'on ne parle que de* cent trente-quatre espèces de sels.
143. —— 4. des phosphites, *lisez* du phosphite de chaux.
150. —— 10. des phosphites au lieu de phosphates, *lisez* du phosphite au lieu de phosphate d'ammoniaque.
167. —— 13. des nitrites au lieu de nitrates, *lisez* du nitrite au lieu de nitrate de glucine.
181. —— 10. qu'avec, *lisez* que celui-ci n'en a pour.
182. —— 19. sulfates, *lisez* fluates.
Id. —— 23. fluate d'alumine, *lisez* de zircone.
183. —— 33. nitrate de barite, *lisez* nitrite de barite.
184. —— 6. douze, *lisez* onze.
189. —— 12. sulfates, *lisez* fluates.
196. —— 19. phosphates, *lisez* phosphites.
201. —— 19. action des muriates, *ajoutez* également inconnue.
225. —— 16. fluate d'ammoniaque, *lisez* borate d'ammoniaque.
232. —— 2. phosphorique, *lisez* phosphoreux.
247. —— 2. *retranchez les mots :* le carbonate de strontiane, outre.
276. —— 5. ajoutez la *chaux fluatée.*
287. —— 2. *spécifique*, lisez *générique.*
291. —— 14. sulfuriques, *lisez* sulfureuses.
292. —— 7. dix-septième, *lisez* dix-huitième.

SYSTÊME

DES

CONNAISSANCES CHIMIQUES.

SYSTÊME

DES

CONNAISSANCES CHIMIQUES,

ET DE LEURS APPLICATIONS

AUX PHÉNOMÈNES

DE LA NATURE ET DE L'ART;

PAR A. F. FOURCROY,

De l'Institut national de France ; Conseiller d'État ; Professeur de chimie au Muséum d'histoire naturelle, à l'École polytechnique et à l'École de médecine ; des Sociétés philomathique et philotechnique, d'Agriculture, d'Histoire naturelle ; de la Société médicale d'émulation, de celle des Amis des arts, de celle des Pharmaciens de Paris ; du Lycée républicain, du Lycée des arts ; membre de plusieurs Académies et Sociétés savantes étrangères.

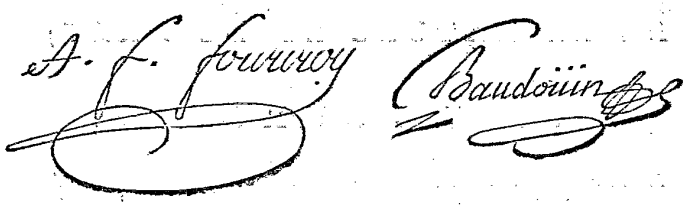
TOME V.

PARIS,

Baudouin, Imprimeur de l'Institut national des Sciences et des Arts, rue de Grenelle-Saint-Germain, nº. 1131.

BRUMAIRE AN IX.

Cet ouvrage est mis sous la sauve-garde de la loi.
Tous les exemplaires sont signés par l'Auteur et l'Imprimeur.



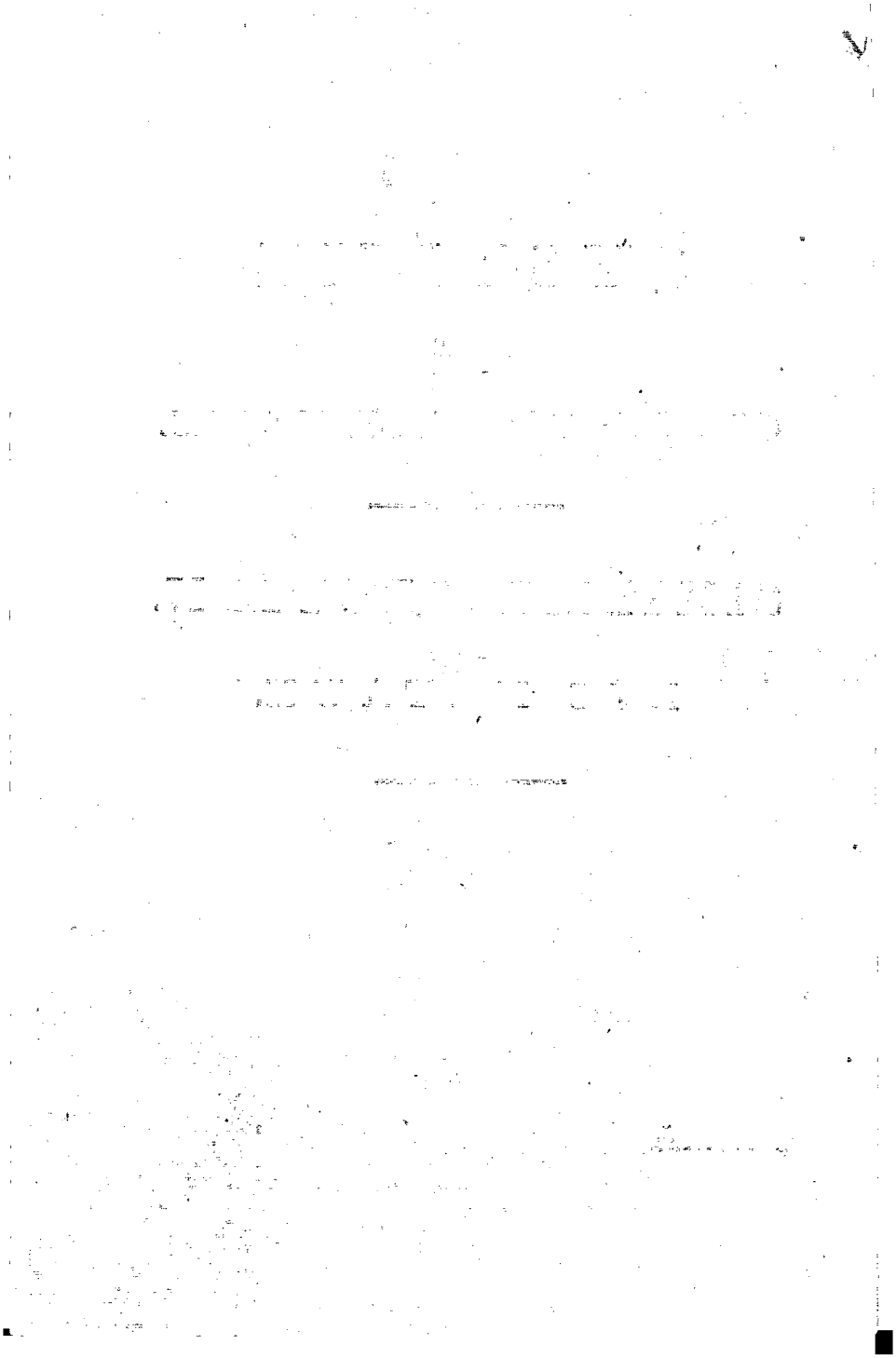
SYSTÈME

DES

CONNAISSANCES CHIMIQUES.

SIXIÈME SECTION.

DES MÉTAUX.



SIXIÈME SECTION.

Des métaux.

ARTICLE PREMIER.

Des propriétés générales et comparées des métaux; de leur classification.

§. Ier.

De leur importance et de leur histoire.

1. Je n'ai considéré les métaux, dans la seconde section de cet ouvrage, que comme appartenant à la classe des corps combustibles, et les propriétés générales que j'ai exposées n'étaient relatives qu'à leur comparaison avec le peu de substances dont j'avais déja parlé avant eux. Ici, l'objet de cette sixième section a une étendue beaucoup plus grande : il s'agit de faire connaître en détail ces corps brillans, si utiles dans la société, qui influent tant sur la prospérité publique et particulière, soit par leurs propriétés réelles, soit par l'idée qu'on s'en est formée parmi les hommes; qui ont, d'un côté, rendu de si grands services à l'humanité, et, de l'autre, ont produit tant de malheurs; qui annoncent, d'une part, l'industrie des peuples, et tiennent à la perfectibilité de la raison humaine, tandis que, de l'autre, témoins et presque auteurs de sa dépravation, ils deviennent si souvent la mesure de tous les maux qui affligent les nations. Il n'y a pas de produc-

tions de la nature qui excitent autant d'intérêt pour leur étude, et qui aient donné lieu à autant de découvertes ; il n'y en a donc pas qui doivent être traitées avec plus de détail et plus de soin.

2. Les usages multipliés auxquels servent les métaux ne sont pas la seule raison qui exige qu'on décrive ces corps avec beaucoup d'exactitude et qu'on les étudie dans le plus grand détail : l'immense influence qu'ont eue sur la marche de la chimie les découvertes qui leur sont relatives, sur-tout dans les temps modernes, et le perfectionnement qu'elles ont apporté à la raison humaine, en font aujourd'hui une loi à ceux qui cultivent la philosophie naturelle ; leurs propriétés sont liées à la boussole, à l'imprimerie, à la navigation, à l'astronomie, et à toutes les sciences qui honorent le plus le génie de l'homme. Aucun art d'ailleurs ne peut se passer de métaux : ils sont le premier mobile et les premiers instrumens de la plupart des ateliers ; il n'est presque pas une seule circonstance de la vie où ils ne nous rendent de continuels services, ou bien ils nous menacent sans cesse. Ce sont des amis qui nous servent et qu'il faut toujours avoir à ses côtés, ou des ennemis dont nous sommes forcés de nous servir, et qu'il nous importe conséquemment de savoir apprivoiser, quelquefois même enchaîner. La médecine, qui a cherché partout des armes contre nos maux, et à laquelle il serait peut-être dangereux de ravir les douces illusions dont elle entoure les malades qu'elle ne peut guérir, a puisé dans les substances métalliques une foule de remèdes qui ne peuvent jamais être indifférens, et dont la chimie la plus sublime a souvent de la peine, ou à déterminer la nature, ou à diriger l'activité, ou à régler la puissance, suivant le vœu du médecin éclairé.

3. Quoique le hasard de quelques circonstances naturelles, de quelques incendies spontanés, ait montré les métaux aux hommes pour la première fois, il est aisé de concevoir qu'ils ont dû faire des progrès rapides dans le traitement de ces

matières. Aussi le berceau de la chimie, presque contemporain, sous ce point de vue, des premiers temps de la civilisation, en remontant jusqu'aux âges héroïques, fabuleux, et même aux premiers hommes, se trouve-t-il entouré de forgerons, de fondeurs. Le soc de la charrue est sur la même ligne du temps, que la grossière figure des dieux empreinte sur le métal. Mais malgré cette haute antiquité des arts métalliques où les historiens de la science ont voulu fixer l'origine de la chimie, les anciens peuples n'avaient que peu de connaissances réelles sur les propriétés des métaux.

Le fer, le cuivre, l'or et l'argent ont été manifestement les premiers connus et employés. L'étain et le plomb ont dû suivre de près, s'ils n'ont point été trouvés en même temps ou antérieurement. L'art de les fondre, de les couler, de les forger, de les allier même, n'a pas tardé à être inventé; mais les véritables propriétés chimiques ont été long-temps cachées dans le sein de la nature, et les découvertes en ce genre se sont succédées avec la plus grande lenteur. Les Grecs et les Romains ne connaissaient que sept métaux : il paraît que quelques-uns de ceux qu'on a nommés depuis *demi-métaux*, ne leur ont été connus que sous des noms particuliers et avec des idées étrangères à celles de la métallicité proprement dite: et cela est d'autant plus naturel que la ductilité, la propriété la plus utile aux hommes, et dont ils ont su le plutôt tirer parti, devait se lier toujours pour eux avec l'idée des métaux; puisqu'encore aujourd'hui, malgré les immenses lumières répandues sur les corps métalliques non ductiles, malgré même les nombreux usages auxquels la plupart sont destinés, le plus grand nombre des hommes ne regardent comme métaux que ceux qui peuvent se forger, s'aplatir, se tirer, etc.

4. Les folies et les chimères des alchimistes et des adeptes, maladie de l'esprit humain qu'il est si difficile de trouver les moyens d'extirper complétement de l'état social, et dont il reste encore quelques vestiges, quoiqu'heureusement épars et

peu contagieux, ont été cependant la source d'où toutes les connaissances chimiques sur les métaux sont sorties. L'infatigable patience de ces hommes; les expériences innombrables qu'ils ont faites; l'heureuse loi qu'ils s'étaient imposée de décrire avec autant de soin celles qui ne leur avaient point donné leur chimérique résultat, qu'ils mettaient d'attention à cacher celles qu'ils assuraient leur avoir réussi, ont élevé peu à peu le monument que la science a commencé à posséder dès le milieu du dix-septième siècle, et qui s'est bientôt agrandi par les travaux des chimistes, dont la méthode, la sagesse et la raison ont su disposer avec art tous les matériaux informes amassés à si grands frais par les laborieux chercheurs de la pierre philosophale et de la médecine universelle.

5. Après les recherches folles, mais pleines de faits singuliers, des Geber, des Morien, des Arnaud de Villeneuve, des Raymond-Lulle, des Bernard Trevisan, des Agrippa, des Isaac Hollandais, des Basile Valentin, des Philalètes, des Morhof, des Sendigove, des D'espaguet, et de tant d'autres fous trop célèbres, on vit, d'un côté, les Libavius, les Dornœus, les Hannemans, les Gerhard, les Cassius, les Wedel, les Orschall, et plusieurs autres hommes de cet ordre, s'occuper à tirer des perles de ce fumier, séparer les faits utiles des assertions ridicules, les expériences précises des opérations mystiques, faire ainsi un triage avantageux à l'art; et, s'ils n'étaient pas dépouillés entièrement de la crédulité au grand œuvre et à la panacée, mettre cependant en œuvre et rapprocher avec plus ou moins d'habileté les observations et les résultats des alchimistes, de manière à en faire un essai de théorie ou de doctrine sur les propriétés des substances métalliques.

6. La métallologie chimique a sur-tout beaucoup gagné par les ouvrages de docimasie et de métallurgie traitées comme arts ou comme sciences, qu'on a publiés depuis le milieu du

seizième siècle jusqu'à la fin du dix-huitième, et spécialement par ceux, successivement imprimés, de J. Q. Agricola en 1546, de Lazare Ercker en 1574, de Modest Fachsius en 1622, d'Ul. Aldrovande en 1648, d'Alonz. Barba en 1640, de Borrichius en 1674, de Fr. Henckel en 1725, de Swedenborg en 1734, de Shlutter en 1738, de Cramer en 1739, de Gellert en 1755, de Lehman en 1761, de Wallerius en 1770, de Delius, de Gobet, de Jars, de Bergman, de Diéterich, de Born, de Ferber et de Pfingsten dans les dernières années. Dans tous ces ouvrages, le traitement des mines et des métaux en grand ou en petit, dans la métallurgie ou la docimasie, a été éclairé par la théorie la plus lumineuse, et décrit comme une suite d'expériences chimiques, conséquemment lié avec la marche générale de la science.

7. Pendant ce rapprochement non interrompu depuis près de deux cents ans des arts métalliques avec la doctrine de la science, sur la marche et le perfectionnement de laquelle ils ont beaucoup influé, il s'en faisait un autre non moins utile entre la préparation, la nature et l'administration des médicamens composés avec les métaux, et l'art de faire des expériences chimiques, ainsi que la méthode de les comparer, d'en tirer des inductions générales ou des résultats pour la théorie. A côté des folles et vaines prétentions de Paracelse, de Digbi, etc., on doit voir ici les utiles travaux de Jac. Sylvius, de Léon Fuchsius, de Val. Cordus, de Quercetan, de Mynsicht, de Crollius, de Zwelfer, de Schroeder, de Fred. et de Gasp. Hoffman, d'Angel. Sala, de Glauber, de Charas, de Nic. Lémery, de Barchusen, de Juncken, de Shaw, de Hermann, de Wallerius, de Perner, de Poulletier de la Salle, de Lewis et de Spielman. Dans les nombreux ouvrages de ces chimistes-pharmacologiques, publiés depuis 1755 jusqu'en 1775, on trouve méthodiquement disposées, savamment discutées, nettement décrites, les diverses altérations chimiques que les métaux sont susceptibles d'éprouver par tous les

agens à l'aide desquels on modifie leurs propriétés et on change leur nature.

8. C'est dans les recueils précieux de faits, d'expériences, de phénomènes bien décrits que les chimistes, écrivains systématiques, obligés d'embrasser l'ensemble des réactions réciproques de tous les corps de la nature les uns sur les autres, ont trouvé tous les élémens des connaissances exactes dont ils ont ensuite enrichi leurs ouvrages; et, sans les laborieux efforts de leurs prédécesseurs, leurs traités, loin d'être aussi complets qu'ils les ont rédigés, eussent offert de toutes parts des lacunes immenses ou des landes arides dans l'exposé des matières métalliques, dont les propriétés font constamment la majeure et en même temps la plus importante partie de leurs ouvrages.

9. A ces sources multipliées de travaux et de recherches sur les matières métalliques, il faut sur-tout joindre, pour avoir une idée suffisante de l'histoire de la chimie qui les concerne, la connaissance des nombreuses découvertes de nouveaux métaux, faites spécialement depuis le commencement du dix-huitième siècle. Alors on trouva successivement l'arsenic, le cobalt, le nickel, le platine même, mal connu jusque-là. Depuis vingt ans, on y a ajouté le manganèse, le molybdène, le tungstène, et plus récemment l'urane, le titane et le chrome. Tous ces métaux, très-cassans et plus ou moins difficiles à fondre, sont restés long-temps cachés et en quelque sorte inconnus aux hommes, parce qu'on a été long-temps persuadé que la ductilité était le caractère inséparable des substances métalliques; et depuis qu'une série de quelques-unes de ces substances sans ductilité a été trouvée, tout annonce que leur nombre sera quelque jour encore porté peut-être bien au-delà de ce qu'on a reconnu jusqu'ici.

10. La marche des découvertes successives et des connaissances graduellement acquises que je viens de tracer, ne pré-

sentait encore que des incertitudes au milieu même des faits nombreux qui en composaient l'ensemble : on peut même ajouter qu'un grand nombre de ces connaissances offrait de grandes erreurs, et que la plupart de ces faits n'étaient que des apperçus inexacts, avant que Lavoisier eût publié ses belles découvertes sur la calcination des métaux, sur leur dissolution dans les acides, sur la décomposition des acides, et sur-tout celle de l'eau que beaucoup de ces corps opèrent. Tous les efforts de Bergman pour déterminer la proportion d'un principe imaginaire, admis depuis le commencement de ce siècle dans les métaux, n'étaient, en quelque sorte, que la confirmation d'une ancienne erreur, et ne lui prêtaient qu'une force simulée et factice, lorsque Lavoisier, renversant par ses ingénieuses expériences cette hypothèse mensongère, créa et fit sortir du sein de ses nouveaux résultats sur la nature de l'air, de l'eau et des acides, une doctrine qui fit disparaître toutes les difficultés dont l'histoire métallique avait été hérissée, montra la cause de leur augmentation si fréquente de poids, celle de leur réduction, de leur dissolution, et les offrit enfin aux chimistes comme des instrumens indécomposables, passifs, par rapport à leur composition intime, indélébiles, changeant seulement de forme dans toutes les altérations qu'on leur fait subir, et agissant comme moyens de décomposition sur une foule de corps composés, dont ils servent par là à apprécier la nature. Depuis cette époque remarquable, et qui doit en être une pour les progrès de l'esprit humain, la science a marché d'un pas rapide dans la connaissance des métaux et dans la détermination des phénomènes qu'ils produisent; les découvertes se sont subitement accrues; tout ce qui était obscur s'est entièrement éclairci; et cette belle partie de la chimie, enrichie d'une foule de faits nouveaux, a éclairé tout-à-la-fois, et les ateliers docimastiques et métallurgiques, et la minéralogie, et tous les arts qui emploient les métaux.

§. II.

Du nombre et de la classification des métaux.

11. Quand on ne regardait comme métaux que ceux qui étaient ductiles, quand leur nombre était borné à six ou sept, il n'était pas nécessaire de chercher un grand nombre de propriétés, ni d'établir aucune espèce de méthode pour distinguer et reconnaître chacun de ces corps ; et l'idée même d'en former une classification n'avait pas dû occuper les chimistes.

12. A l'époque où l'on reconnut l'existence de plusieurs matières métalliques fragiles et cassantes, et où l'on fut convaincu que toutes leurs propriétés se rapprochaient de celles des métaux ductiles, on commença à distinguer les premiers par l'expression de demi-métaux : comme si le caractère de la ductilité était le plus essentiel de ces corps dans la nature, comme il l'est dans les usages de l'art. Ainsi l'homme, en rapportant tout à lui et à ses besoins, donnait aux êtres un rang et une place déterminés par l'utilité qu'il en retirait. Une autre idée, moins raisonnable sans doute, avait fait créer cette expression de demi-métaux : les alchimiste pensaient que tous les métaux n'étaient que des ébauches de l'or, regardé comme le plus parfait ; que, par un travail souterrain de la nature, inimitable par l'art, ils pouvaient, en se perfectionnant et se mûrissant, devenir de l'or, et que tous n'étaient que des passages successifs d'un état moins parfait à un état de plus en plus parfait, jusqu'à l'aurification. Or, comme la ductilité est un des caractères les plus prononcés de l'or, et que les métaux proprement dits s'en rapprochent plus ou moins par ce caractère même, ceux qui n'en jouissaient point leur paraissaient être comme les premiers essais de la nature, comme des embryons ou

des germes métalliques non encore développés : de là l'expression des demi-métaux, pour désigner les corps qui n'avaient encore éprouvé, pour ainsi dire, qu'une demi-métallisation.

13. Mais la plus simple réflexion suffit pour faire sentir que l'application de la même idée aurait dû conduire à la distinction de quarts de métaux, de tiers de métaux et de fractions métalliques, qui exprimassent le rapport ou la proportion des propriétés des métaux dont chacun de ces corps comparés paraissait jouir. Cette supposition fait voir la fausseté de l'expression de demi-métaux ; car elle montre qu'en manquant de termes vrais de comparaison pour exprimer le véritable rapport des propriétés métalliques, la chimie se permettrait un langage erroné et ridicule, en supposant que les métaux peuvent ainsi passer de l'une à l'autre conversion : ce que l'art n'a jamais pu opérer, et ce qu'aucune observation ne prouve pas non plus être opéré dans le travail de la nature.

14. Il n'est pas moins évident qu'il faut en dire autant des mots de *métaux imparfaits*, qu'on avait adoptés pour désigner les métaux qui brûlent et perdent facilement leurs propriétés métalliques, et du nom de métaux parfaits, qu'on donnait à ceux qui sont infiniment peu combustibles et altérables, comparativement aux premiers : car ces expressions sont encore plus inhérentes aux chimères de la transmutation que celle des demi-métaux, puisqu'elles rappellent une prétendue perfection dans les uns, et une imperfection qui supposait dans les autres la propriété de se perfectionner et de passer à l'état des premiers.

15. En oubliant ces désignations hypothétiques et infectées encore des opinions alchimiques, et en sentant cependant la nécessité de disposer méthodiquement les métaux, il faut puiser les distinctions qui doivent être admises entre eux dans des propriétés qui puissent être facilement appréciées et qui soient comparables. Trois propriétés, balancées entre elles,

me servent à établir les classifications des vingt substances métalliques connues aujourd'hui ; savoir, l'acidification, l'oxidation et la ductilité. Je partage les métaux en cinq classes, de la manière suivante.

16. Dans la première classe sont compris les métaux fragiles et acidifiables, ou qui sont susceptibles de prendre le caractère d'acides par la combinaison d'une plus ou moins grande proportion d'oxigène. Il y a quatre espèces dans cette classe ; savoir,

L'arsenic,
Le tungstène,
Le molybdène,
Le chrome.

Il est indubitable qu'on en trouvera un plus grand nombre dans la suite.

17. La seconde classe renferme les métaux fragiles comme les premiers, mais non acidifiables comme eux. Ceux-ci restent toujours à l'état d'oxides, quelle que soit la quantité d'oxigène qu'ils contiennent. Cette classe contient huit espèces ; savoir,

Le titane,
L'urane,
Le cobalt,
Le nickel,
Le manganèse,
Le bismuth,
L'antimoine,
Le tellure.

Il faut noter que, de toutes les cinq classes, celle-ci est la moins nombreuse.

18. A la troisième classe appartiennent des métaux simplement oxidables comme ceux de la seconde, mais qui en diffèrent par un commencement de ductilité. Deux métaux seulement composent cette troisième division, le mercure et

le zinc : le premier, congelé ou solidifié à une température de trente-deux degrés au-dessous de o du thermomètre de Réaumur, peut être aplati par la percussion : c'est la moins nombreuse en espèces, des cinq classes. Les métaux de ces trois premières classes étaient autrefois désignés par le nom de *demi-métaux*.

19. Je place dans la quatrième classe les métaux bien ductiles, et différens, sous ce rapport, de ceux de la précédente, qui ne le sont que peu, mais facilement oxidables, et éloignés par là de ceux de la suivante. On compte dans cette classe quatre substances métalliques :

L'étain,
Le plomb,
Le fer,
Le cuivre.

Ces quatre métaux formaient autrefois la série des métaux imparfaits.

20. Enfin la cinquième classe comprend les métaux très-ductibles, et si difficilement oxidables ou altérables, qu'on les désignait, il y a peu d'années encore, par l'expression de *métaux parfaits*, en y admettant l'ensemble le plus complet de toutes les propriétés métalliques. Les trois espèces qui forment cette classe sont

L'argent,
L'or,
Le platine.

21. Il résulte déja de ce partage et de cette ordonnance entre les vingt-un métaux connus une notion assez exacte de quelques-unes de leurs propriétés, et sur-tout de celles qui rendent ces corps les plus utiles à la société. On pourra suivre, d'après cette méthode, les diverses comparaisons qui vont être indiquées d'abord dans les paragraphes suivans, relativement aux propriétés génériques des métaux, avant de passer à l'histoire individuelle de chacun d'eux.

§. III.

Des propriétés physiques des métaux.

22. Pour étudier les caractères et les phénomènes que présentent les métaux, il est nécessaire d'apprécier d'abord leurs propriétés physiques, sans entrer cependant dans un grand détail, qui appartient à d'autres branches des connaissances humaines. Je compte au nombre de ces propriétés qui sont perceptibles à nos sens, qui peuvent se mesurer et se calculer, et qui ne changent point la nature des métaux, 1°. le brillant; 2°. la couleur; 3°. la densité ou la pesanteur; 4°. la dureté; 5°. l'élasticité; 6°. la ductilité; 7°. la ténacité; 8°. la conductibilité du calorique; 9°. la dilatabilité; 10°. la fusibilité; 11°. la volatilité; 12°. la cristallisibilité; 13°. l'électricité, et 14°. l'odeur. Il faut reprendre avec quelques développemens chacune de ces propriétés.

23. Le brillant est un caractère tellement prononcé dans les métaux, qu'on le nomme éclat ou brillant métallique : il est dû à la réflexion complète des rayons lumineux par les surfaces métalliques; il en forme des miroirs qui réfléchissent les images parfaites des objets. Si quelque autre substance minérale ou fossile offre quelquefois une apparence d'éclat, comme on le voit dans le mica, dont les premiers et avides conquérans du Pérou ont été la dupe et qu'ils ont pris pour de l'argent et de l'or, cette illusion est détruite lorsqu'on raye ces faux brillans avec la pointe d'acier, tandis que le métal rayé est aussi éclatant dans le sillon creusé par la pointe. Par rapport à la graduation de cette propriété, les métaux peuvent être placés dans l'ordre suivant :

Le platine,
Le fer en acier,
L'argent,

Le mercure,
L'or,
Le cuivre,
L'étain,
Le zinc,
L'antimoine,
Le bismuth,
Le plomb,
L'arsenic,
Le cobalt et les autres métaux cassans.

24. La couleur est une propriété constante et inhérente à la nature intime des métaux, tandis qu'elle est accidentelle et qu'elle n'est pas même spécifique dans les autres fossiles. Comme les métaux sont les corps les plus opaques et les plus denses de la nature, la couleur y est très-intense ou plutôt confondue avec le brillant qui la peint fortement dans nos yeux; aussi peut-elle servir de caractère spécifique. Le blanc est la couleur la plus ordinaire des métaux; il en est de jaunes et de rouges. On distinguait autrefois les premiers par le nom de *métaux lunaires*, parce que l'argent ou lune, qu'on mettait à la tête de ces métaux, a la couleur blanche, et les seconds, par les noms de *métaux solaires*, à cause de la couleur jaune de l'or, qu'on nommait soleil. En comparant plus exactement les métaux entre eux par la couleur, on en trouve de gris comme le fer, le molybdène, le tungstène, l'urane, le manganèse; de bleuâtres, comme le plomb et le zinc; de jaunâtres, comme le bismuth; de gris rougeâtre, comme le cobalt; de blanc rougeâtre, comme le nickel. Quoique permanente dans les métaux, supposés eux-mêmes dans un état permanent, la couleur change et s'altère très-facilement dans ces corps par la moindre combinaison.

25. La densité, la masse, ou la quantité de matière contenue sous un volume donné, d'où résulte la pesanteur spécifique, sont plus grandes dans les métaux que dans tous les autres corps

naturels. On en conclut que leurs molécules sont les plus rapprochées, et que leurs pores sont les plus petits qu'il est possible de les concevoir dans aucun autre corps : cette densité est la cause de leur brillant.

Les métaux comparés par cette propriété sont entre eux dans l'ordre suivant, en supposant l'eau pure à laquelle on les compare tous, représentés par 1,00.

Platine	20,85.
Or	19,258.
Tungstène	17,6.
Mercure	13,568.
Plomb	11,352.
Argent	10,474.
Bismuth	9,822.
Nickel	7,807.
Cobalt	7,811.
Cuivre	7,788.
Fer	7,6.
Etain	7,291.
Zinc	7,19.
Manganèse	6,85.
Antimoine	6,702.
Urane	6,44.
Arsenic	5,763.

On ignore la pesanteur du molybdène, du titane, du chrome et du tellure.

26. La dureté des métaux varie souvent dans ceux qui sont ductiles, parce qu'on peut rapprocher plus ou moins leurs molécules par différens degrés de pression. Elle ne varie point dans ceux qui sont cassans. Elle est souvent plus faible que celle des fossiles pierreux, puisque ceux-ci réduits en poudre usent leurs surfaces, et servent à polir les métaux. Il est donc évident que cette propriété ne suit pas la densité, et qu'elle dépend des molécules intégrantes et non de leur

rapprochement. On juge ou l'on détermine cette propriété par le mode, la difficulté du poli dans les métaux ductiles, autant que par l'effet du choc dans les métaux cassans. En la comparant, on a trouvé qu'on pouvoit former huit rangs de dureté parmi les métaux, et qu'en commençant par celui de la plus grande, on devoit placer

Au premier rang, le fer et le manganèse;
Au second rang, le platine et le nickel;
Au troisième rang, le cuivre et le bismuth;
Au quatrième rang, l'argent;
Au cinquième rang, l'or, le zinc et le tungstène;
Au sixième rang, l'étain et le cobalt;
Au septième rang, le plomb et l'antimoine;
Au huitième rang, l'arsenic, le plus fragile, en effet, des métaux cassans.

Le mercure, toujours fluide, ne peut pas être comparé par cette propriété; on ignore la dureté comparative du titane, de l'urane, du molybdène et du chrome.

27. L'élasticité paraît suivre, dans les métaux, le même ordre que la dureté.

28. La ductilité est une des plus importantes et des plus utiles propriétés physiques des métaux; elle appartient exclusivement à ces corps : son nom est tiré de ce que ces corps semblent se laisser conduire, *ducere*, sous le marteau qui les foule, le cylindre qui les presse, ou la filière qui les alonge. Elle provient de ce que les molécules métalliques, en cédant à la pression, glissent les unes sur les autres sans que leur adhérence diminue. On remarque une sorte de variété dans la ductilité des métaux : les uns, en effet, sont beaucoup plus susceptibles de s'aplatir que de se tirer comme le plomb et l'étain, et les autres sont dans un état contraire comme le fer. On croit que cela dépend de la forme des molécules et de leur genre d'aggrégation. Les métaux malléables et laminables semblent être composés de petites plaques ou lames,

et les métaux filables, de fibres placées les unes à côté des autres; les premières glissent par leurs surfaces plates les unes sur les autres, les autres s'alongent et se collent bout-à-bout. Quand on comprime les métaux, on exprime ou on chasse le calorique d'entre leurs molécules, et ils s'échauffent: plus rapprochées les unes des autres, ces molécules donnent plus de dureté et d'élasticité, ainsi que de densité, et de pesanteur spécifique aux métaux qu'on bat ou qu'on forge, qu'on lamine ou qu'on file; en même temps, ils deviennent plus roides, plus cassans; ils se gercent et se déchirent. On appelle cette dernière propriété l'*écrouissage;* on leur rend de la ductilité ou de la douceur en les échauffant, ou en leur donnant, comme on le dit, du *recuit.*

Quoiqu'on ne puisse réellement comparer la ductilité des métaux que dans ceux qui ne sont pas cassans, il ne sera pas inutile, en assignant leurs rangs respectifs dans l'ordre de cette propriété, de déterminer celui de la fragilité. En commençant par ceux qui sont les plus ductiles et descendant ainsi jusqu'aux métaux les plus cassans, voici le rang qu'ils occupent respectivement.

L'or;
Le platine;
L'argent;
Le fer;
L'étain;
Le cuivre;
Le plomb;
Le zinc;
Le mercure;
Le nickel;
Le tungstène;
Le bismuth;
Le cobalt;
L'antimoine;

Le manganèse;
L'urane;
Le molybdène;
Le titane;
Le chrome;
L'arsenic.

Il faut remarquer que le rang des onze derniers métaux, qui sont tous plus ou moins cassans, n'est pas aussi bien déterminé que celui de la véritable ductilité des neuf premiers; que le nickel semble un peu plus se rapprocher de la demi-ductilité du zinc; que quelques auteurs même l'ont placé avant ce dernier par cette propriété, quoique je ne les croie pas bien fondés dans cette assertion, et que les métaux les plus récemment connus, le molybdène, le titane, l'urane et le chrome, n'ont été ni assez étudiés encore, ni peut-être assez bien purifiés, pour qu'on doive regarder comme définitif le rang que je leur ai assigné.

29. La ténacité exprime la cohésion des molécules métalliques les unes avec les autres. Comme cette propriété est très-importante dans les arts, on l'a depuis long-temps mesurée par le moyen de fils métalliques du même diamètre, à l'extrémité desquels on suspend des poids, jusqu'à ce que ces fils soient rompus. Le fil est fixé par son extrémité supérieure, et tiré par l'inférieure, à laquelle les poids sont attachés. On ne peut estimer cette force que sur les sept substances métalliques ductiles à la filière; elles doivent être rangées dans l'ordre suivant :

Le fer;
Le cuivre;
Le platine;
L'argent;
L'or;
L'étain;
Le plomb;

30. Je nomme *conductibilité* la propriété qu'ont les métaux de laisser passer rapidement, entre leurs molécules, le calorique, d'enlever conséquemment rapidement la chaleur aux corps, et de la communiquer également à ceux qui les touchent, lorsqu'ils sont eux-mêmes échauffés. On n'a point encore fait d'expériences assez exactes sur cette propriété, pour pouvoir offrir ici le rapport qu'elle présente entre les différentes substances métalliques : il paraît qu'elle suit une loi particulière dans les métaux, et qu'elle est souvent dans une raison sinon inverse, au moins très-différente, de celle de la fusibilité.

31. La dilatabilité par le calorique doit être rangée parmi les propriétés physiques : elle ne consiste que dans le simple écartement des molécules métalliques par celles du calorique, qui s'interposent et s'accumulent entre elles, et qui, en les traversant, diminuent cependant leur adhérence ou leur attraction. Puisqu'elle n'altère pas les propriétés chimiques de ces corps, elle n'est véritablement qu'une action physique, et ne consiste que dans un commencement de changement d'état par rapport aux substantes métalliques. Comme cette propriété a des rapports immédiatement utiles et nécessaires à bien connaître pour l'emploi des métaux dans les arts, il serait très-essentiel de la déterminer positivement dans les corps, et cela n'a point encore été fait avec l'exactitude qu'on peut y desirer. On sait qu'elle est sensiblement proportionnelle, dans chaque métal, à l'augmentation du calorique entre les limites de la graduation de nos thermomètres ; mais qu'aux approches de l'ébullition la dilatation suit une loi beaucoup plus rapide que l'élévation de température, parce que la force expansive du calorique, n'étant plus alors que faiblement balancée par l'attraction réciproque des molécules métalliques, est employée presque toute entière à écarter les molécules entre elles. Pour estimer la dilatation des métaux, le rapport de cette dilatation, suivant une seule dimension, étant donné

par l'expérience pour un degré du thermomètre, on multiplie la fraction qui représente ce rapport par le nombre de degrés dont la température a été élevée; puis on double le produit, s'il s'agit d'estimer la dilatation de la surface, et on le triple si l'on se propose d'estimer celle du volume : ensuite il ne reste plus qu'à multiplier l'un ou l'autre de ces produits par la surface ou par la solidité du métal, pour avoir la quantité absolue de la dilatation.

32. La fusibilité est, comme la précédente, une véritable propriété physique, puisqu'on ne doit y voir que l'effet de la dilatation, portée jusqu'au degré où la force expansive du calorique l'emporte assez sur l'attraction réciproque des molécules métalliques, pour que celles-ci puissent se mouvoir librement en tout sens et céder à la plus légère pression. On ne doit pas la considérer comme une combinaison du calorique avec les métaux, puisque la fusion cesse quand le calorique s'y dégage, et puisque celui-ci doit être continuellement renouvelé pour qu'elle ait lieu. Cette propriété varie singulièrement dans les métaux, et chacun d'eux peut être chauffé à des degrés fort différens avant de se fondre. Comme la température à laquelle ils s'élèvent au moment où ils se fondent, ne peut pas toujours être mesurée ou indiquée par les thermomètres, on l'a déterminée dans le tableau suivant, dû au citoyen Guyton, tantôt par le thermomètre de graduation de Réaumur, tantôt par l'échelle du pyromètre de Wedgwood : on n'a pu même estimer par approximation celle de l'arsenic, plus volatil que fusible, et celles du molybdène, du tungstène, de l'urane, du titane et du chrome, très-difficiles à fondre en général et se rapprochant de celle du platine par cette propriété.

1. Fusibilité déterminée par le thermomètre. . . . . {
31 — 0 mercure.
0 — tellure.
168 + 0 étain.
205 + 0 bismuth.
296 + 0 zinc.
345 + 0 antimoine.
}

2. Fusibilité déterminée au pyromètre d'alumine. . . { 27 . . . cuivre. / 28 . . . argent. / 32 . . . or. / 130 . . . fer, nickel, cobalt. / 160 + x platine, manganèse.

33. La volatilité est la suite, et comme l'extrême de la fusibilité. Lorsque les molécules, assez écartées par l'expansibilité du calorique, se meuvent librement les unes sur les autres, si l'on accumule encore du calorique entre elles, elles s'écartent davantage, se fondent dans cette substance, partagent sa fluidité élastique, et s'élèvent en vapeurs qui se condensent à mesure que le calorique, qui n'est qu'interposé, les abandonne. On pourrait croire que cette propriété doit suivre la fusibilité; mais quoiqu'on ne l'ait point encore appréciée avec exactitude, on ne doit pas regarder celle-ci comme la règle de celle-là. Autrefois on donnait pour caractère aux métaux cassans, ou demi-métaux, d'être volatils. On observera que l'arsenic, beaucoup plus volatil que fusible, tient immédiatement ici le second rang après le mercure; que le bismuth et l'antimoine suivent immédiatement; que l'étain et le plomb, quoique beaucoup plus fusibles que le dernier, ne sont que très-difficilement volatils, et qu'il faut un grand feu pour volatiliser le cuivre, l'argent et l'or, métaux d'une fusibilité moyenne, comme on le disait autrefois; il en faut un extrême pour réduire en vapeur le fer et les autres métaux peu fusibles.

34. La cristallisabilité consiste dans la tendance qu'ont les molécules métalliques, écartées les unes des autres par la fluidité, de se rapprocher par les surfaces qui se conviennent le mieux, et de prendre, par leur arrangement, une forme régulière dont il a déja été parlé à l'article qui les concerne, dans la seconde section de cet ouvrage. Lorsqu'après les avoir fondus, on laisse les métaux se refroidir très-lentement, et

lorsqu'on brise la surface figée, on trouve sous la portion encore fondue de l'intérieur, et après l'avoir fait écouler, des cristallisations plus ou moins régulières, qui dépendent du tétraèdre régulier, ou du cube, forme de leurs molécules intégrantes. On verra les variétés que cette double forme fait naître, dans l'histoire de chaque métal.

35. Tous les métaux possèdent éminemment la faculté conductrice de l'électricité, et on s'en sert pour des conducteurs, ainsi que pour une foule d'autres expériences électriques. Il paraît que le galvanisme, ou cette propriété d'exciter des mouvemens convulsifs dans les muscles par l'interposition de deux métaux différens qu'on rapproche l'un de l'autre, après les avoir fait communiquer avec les nerfs qui se distribuent dans ces muscles, dépend de leur quantité conductrice, et qu'elle a les plus intimes rapports avec l'électricité, comme Velta croit l'avoir prouvé. Seulement le fluide électrique suit ici, dans sa marche ou dans sa communication, une loi un peu différente de celles qui la dirigent entre des corps non animés, et il reste encore quelque chose à découvrir dans le galvanisme métallique, considéré sous ce point de vue.

36. L'odeur, propriété dont tous les corps sont doués, et qui, inhérente à leur nature, ne suppose, pour que l'homme et les animaux en aient la sensation, que le transport de ces corps dans les narines, et leur contact avec les nerfs olfactifs, est bien plus sensible dans quelques métaux que dans d'autres; aussi a-t-on essayé de caractériser certains métaux par cette propriété. Il faut remarquer, par rapport à l'odeur, que les métaux qui en jouissent paraissent être enveloppés d'une atmosphère qui est véritablement une dissolution saturée de leurs molécules, que l'air emporte une partie de cette dissolution, et l'applique à la surface de tous les corps, conséquemment sur la membrane sensible des narines, où se fait la perception de cette sensation. C'est aussi dans cette atmosphère métallique, qui

existe même dans les métaux réputés inodores, que se passent les phénomènes magnétiques, électriques et galvaniques, et peut-être beaucoup d'autres phénomènes qui sont plus manifestement chimiques, et qui semblent être, par rapport aux opérations chimiques ordinaires, ce que sont aux êtres naturels qui tombent sous les sens, ces êtres microscopiques dont les naturalistes semblent avoir composé un nouveau monde, depuis la découverte et le perfectionnement du microscope.

37. La saveur est encore une propriété très-remarquable d'un grand nombre de substances métalliques; trois seulement en sont exemptes, l'argent, l'or et le platine, et c'étoit une des raisons qui les faisait regarder autrefois comme plus parfaits que les autres. Tout le monde connaît la saveur du cuivre, du fer, de l'étain, du plomb. Les médecins observent avec soin celle du zinc, du mercure, de l'antimoine, de l'arsenic, du bismuth, et ils savent qu'elle accompagne et désigne même les propriétés actives de ces métaux sur l'économie animale. Quoique cette saveur soit réellement particulière à chaque métal, elle a néanmoins, dans tous, un caractère général qui la fait nommer saveur métallique. C'est une espèce d'âcreté âpre, de stypticité légère, plus ou moins prononcée, mais toujours désagréable, qui excite le crachotement et qui annonce un caractère délétère. Cette propriété s'exalte encore dans plusieurs combinaisons et surtout dans les dissolutions et dans les sels métalliques, comme on le verra plus bas.

§. IV.

De l'histoire naturelle des métaux.

38. La nature présente les substances métalliques à la surface ou dans l'intérieur du globe : elles y sont, ou seules, ou combinées avec différentes matières; ces dernières combi-

naisons se nomment mines. Placées en couches plus ou moins continues entre des lits de pierres et de sels terreux, elles forment ce qu'on nomme des filons. La partie qui les recouvre est appelée *toit;* celle qui les supporte, *sol;* l'ensemble de ces pierres ou cristaux qui accompagnent les mines, constitue leur *gangue.*

39. Les filons sont distingués en filons *riches* et *pauvres*, *capitaux* ou *veinules*, *filons de vrai cours* ou *filons rebelles.* On conçoit par le seul énoncé les filons riches et pauvres; les capitaux sont en grandes masses, qui valent la peine d'être exploitées; les veinules ne sont que des filets qui s'éparpillent, se dispersent, et ne méritent pas l'exploitation; on ne les suit quelquefois que pour trouver le filon capital auquel elles aboutissent. On nomme filons de vrai cours ceux qui suivent une même direction, et qu'on poursuit aisément, et rebelles ceux qui se détournent, sont interrompus, et semblent se perdre dans leur continuité.

40. Le nom de mines suppose des métaux combinés avec quelque substance étrangère qui masque leurs propriétés, et qu'on a nommée *minéralisateur.* Par la même raison, les métaux dans cet état sont *minéralisés.* Souvent il y a deux ou plusieurs métaux unis en même temps au même minéralisateur; souvent aussi un seul métal est combiné à la fois à plusieurs minéralisateurs; et, le plus souvent encore, il y a dans les mines, tout ensemble, plusieurs métaux et plusieurs minéralisateurs.

41. Les métaux et leurs mines se trouvent ordinairement dans des montagnes antiques et primitives de granits, de gneiss, de quartz, entre les lits desquels leurs filons suivent, ou une direction horizontale, ou une direction oblique et inclinée. Cette dernière est la plus fréquente : en sorte que presque toujours la tête du filon sort de terre à la surface du mont, et donne ainsi un indice certain de sa présence. Le prétendu mauvais état des arbres, la sécheresse et le peu

de vigueur des plantes, les sables arides et secs, ne sont que de faux indices des mines. Les prétendues inclinaisons et rotations des branches d'arbres soutenues sur les doigts, et qu'on nomme *baguettes divinatoires*, sont des tours d'adresse de fripon et de charlatan, comme les tremblemens, les convulsions, les mal-aises simulés par certains hommes qui se jouent ainsi de la crédulité humaine. Les sables colorés et métallifères, les fragmens de minérais arrachés aux montagnes, écroulés dans les plaines, les eaux chargées de quelques sels métalliques, la sonde enfin sont les seuls indices certains, et qui méritent toute la confiance de ceux qui les recherchent.

42. Outre les mines de première formation cachées dans le sein des montagnes, et qui, les traversant en filons, semblent y avoir été coulées d'un seul jet dans le temps même de la formation de ces montagnes, on trouve quelques minérais déposés en couches secondaires, en dépôts, en stalactites, en incrustations, en cristaux, dans des montagnes ou terrains modernes, en remplissant des fentes, des cavités souterraines. Celles-ci sont manifestement dues au travail des eaux et à un transport de matières altérées, changées, dissoutes, modifiées dans leur passage. On ne connaît pas aussi bien l'origine des premières, quoiqu'on l'attribue aussi à l'eau.

43. Les nombreuses découvertes qu'on a faites depuis un demi-siècle sur la nature des mines, et sur-tout les analyses les plus modernes qui en ont beaucoup éclairci et simplifié la connaissance, sur laquelle il y avait encore beaucoup d'erreurs et d'hypothèses avant les derniers travaux de Bergman, de M. Klaproth et du cit. Vauquelin, permettent aujourd'hui de classer ces productions naturelles, ou de réduire les divers états des fossiles à cinq classes; savoir,

a. Les métaux natifs;
b. Les métaux alliés entre eux;
c. Les métaux unis aux corps combustibles;
d. Les métaux oxidés;

e. Enfin les oxides métalliques combinés avec les acides.

44. On nommait autrefois ridiculement *métaux vierges* ce que l'on désigne plus exactement aujourd'hui par le nom de *métaux natifs*. Cette première classe renferme les substances métalliques qui se trouvent dans la terre avec toutes leurs propriétés caractéristiques, le brillant, la couleur, la forme, la pesanteur, la ductilité, etc. On trouve souvent dans cet état le platine, l'or, l'argent, le cuivre, le mercure, le bismuth, l'antimoine, l'arsenic, rarement le fer, plus rarement encore l'étain, le plomb, le zinc, etc. On rapporte à cette classe ceux qui ne sont alliés, dans leur état natif, qu'à de petites quantités d'autres métaux qui en altèrent peu ou point sensiblement les propriétés.

45. Les métaux alliés entre eux, sans autre combinaison et sans leur union avec des corps combustibles, sont beaucoup plus rares dans la nature qu'on ne pourrait le croire : on rencontre seulement dans cet état l'or et l'argent, l'or et le cuivre, le mercure et l'argent.

46. Les combinaisons naturelles des métaux avec des corps combustibles sont, au contraire, beaucoup plus nombreuses et plus multipliées : on dirait même que c'est dans cet état, sur-tout dans celui de sulfures métalliques, que la nature les a créées. Ce sont ces composés sulfureux qui forment les filons de minérais ou ces masses continues dont les montagnes sont sillonnées ; ce sont ceux que les hommes exploitent le plus souvent, et d'où ils tirent la plus grande quantité des métaux qui leur servent. Tels sont sur-tout le plomb, le cuivre, l'argent, le zinc, le mercure, l'antimoine, etc. Il n'est pas invraisemblable que d'autres corps combustibles, le carbone, le phosphore sur-tout, puissent être rencontrés comme minéralisateurs des substances métalliques.

47. Les oxides métalliques sont aussi très-abondamment répandus sur le globe ; on ne les trouve jamais cependant en aussi grandes masses que les sulfures. On les a long-temps

pris pour de prétendues terres de métaux, parce qu'ils en ont l'apparence. Ils sont le produit des filons primitifs pénétrés, enlevés, transportés et altérés par les eaux ; on les rencontre dans des montagnes de seconde formation. Ils sont ordinairement riches en métaux, et faciles à traiter. On trouve spécialement dans cet état le cuivre, le fer, le plomb, le zinc, l'antimoine, tous les métaux cassans ; et il n'y a guère que le platine, l'or et l'argent qui ne présentent point cette forme dans la nature.

48. Enfin les combinaisons salines métalliques, ou les composés formés d'oxides métalliques unis aux acides à radicaux simples, forment encore, sinon les minérais les plus abondans, au moins ceux que la nature présente le plus fréquemment dans les états les plus variés. On trouve des sulfates et des carbonates natifs de cuivre, de fer, de plomb, de zinc, des muriates de la plupart de ces métaux et du mercure, des phosphates de plomb et de fer, des arséniates, des molybdates, des tunstates et des chromates métalliques également natifs. Ces quatre derniers sont spécialement formés par les oxides des métaux cassans. Tantôt ils sont en couches, en dépôts, en stalactites, en incrustations ; tantôt ils sont cristallisés dans des cavités souterraines : souvent ils sont dissous dans les eaux ; mais jamais on ne les rencontre en masses comme les sulfures.

49. La valeur des métaux dans le commerce, et le profit qu'ils rapportent à ceux qui les possèdent, proportionné au rang qu'ils occupent dans l'estime des hommes, ont fait souvent donner aux mines des noms qui ne représentent que très-infidèlement leur véritable nature : c'est ainsi qu'on nomme mines d'or et mines d'argent, quelquefois mines de cuivre, celles qui, appartenant réellement à d'autres métaux par la proportion qu'elles en contiennent, donnent cependant assez d'or, d'argent ou de cuivre, pour couvrir avec avantage les frais d'exploitation.

50. Cette manière de faire a jeté beaucoup de trouble et de

confusion dans la minéralogie ; et quoique plusieurs auteurs aient adopté à cet égard la nomenclature des mineurs, qui ne considèrent que le produit précieux, et non les proportions de tous les composans, il est évident que les minéralogistes doivent suivre la route contraire, et rapporter chaque mine au métal qui y est contenu le plus abondamment : car il est très-fréquent que des minérais renferment de trois à cinq ou six métaux différens, unis à un ou à plusieurs minéralisateurs tout-à-la-fois.

51. Il y a donc trois manières de distingner et de classer les mines métalliques. L'une, et c'est celle des mineurs, n'a égard qu'au métal précieux qu'on peut en retirer : ce n'est point une méthode, mais un simple langage d'ouvriers, qui exprime le but de leurs travaux, ou la fin vers laquelle ils tendent ; il ne peut que nuire à la science, quand on veut l'y appliquer. L'autre consiste à rapporter chaque mine au métal dont elle est le plus chargée, et conséquemment à suivre, pour leur classification et leur distribution, la série même des métaux : on fera usage de celle-là dans l'histoire de chaque métal. La troisième, en considérant les mines presque abstractivement des métaux auxquels elles pourraient se rapporter, et en ne les envisageant que comme des composés naturels, les dispose ou les ordonne entre eux suivant le nombre et la proportion de leurs principes. Cette méthode générale et vraiment minéralogique peut servir à classer régulièrement les productions minérales de la nature : on en présentera une esquisse dans la section qui fera suite à celle-ci.

§. V.

De l'art d'essayer les mines, ou de la docimasie.

52. C'est par les travaux successifs dans l'art d'essayer les mines, ou dans l'analyse des combinaisons naturelles des

métaux avec les différentes substances qui les minéralisent, que l'on est parvenu à distinguer ces composés, à les classer et à les rapporter aux métaux auxquels chacune d'elles appartient : sans cet art, aucune propriété physique ou apparente n'aurait pu guider les hommes dans cette distinction ; et la connaissance des mines serait restée dans l'état d'incertitude, d'erreur et d'enfance où elle a langui si long-temps avant les recherches des chimistes modernes.

53. On a d'abord essayé les mines dans la vue simple de savoir le parti qu'on pouvait en tirer, la nature et la quantité des substances métalliques qu'on pouvait espérer d'en obtenir, et pour guider les mineurs dans les travaux qu'ils doivent entreprendre et consacrer à l'exploitation de chaque genre de mines. Cette intention n'avait pas pour but, dans les premiers temps, de faire une analyse exacte des minérais, et de reconnaître avec précision leur nature ou l'ordre de leurs compositions : les métaux qu'elles contenaient, leur proportion, la facilité ou la difficulté de les obtenir, le calcul des déchets et des frais que leur exploitation pourrait donner ou exiger, voilà les seules vues qui ont d'abord animé les chimistes ; et, jusque-là, l'art docimastique devait être borné au simple usage des mineurs. Mais d'habiles chimistes ayant été souvent consultés sur cet art, et la multiplicité des variétés qu'on observait dans les diverses modifications d'une mine du même métal ayant frappé ceux qui étaient chargés de les examiner, la docimasie s'est bientôt perfectionnée ; elle est devenue une des branches les plus importantes de la chimie ; ses résultats n'ont plus été bornés à connaître les seuls produits métalliques ; ils se sont étendus sur les différentes matières qui minéralisaient les métaux, sur leur proportion, leurs adhérences, leurs attractions, leurs diverses modifications ou manières d'être.

54. Ainsi l'art s'est élevé à de nouvelles conceptions : il est lié avec les connaissances minéralogiques ; il est devenu

une partie essentielle de cette branche de l'histoire naturelle, qu'il a portée à une grande perfection. Ainsi l'on a été conduit à distinguer deux parties dans la docimasie : l'une, qui s'attache uniquement à éclairer la métallurgie, au point qu'elle doit la précéder et la diriger dans ses procédés ; l'autre, qui, considérant son sujet dans une plus vaste étendue, ne se contente pas de s'appliquer à la recherche du métal et des moyens de l'extraire le plus facilement possible, mais se propose de déterminer avec exactitude les matériaux des mines, de les comparer entre elles, et de fournir les moyens de les rapprocher systématiquement. La première n'a pour but que l'assurance des pratiques métallurgiques ; l'autre, en remplissant le même objet, éclaire en même temps le minéralogiste qui veut classer les fossiles métallifères, et le géologiste qui desire connaître leur formation, leurs altérations, leurs passages et leurs rapports respectifs dans la nature. Le chimiste doit considérer la docimasie sous ce double point de vue, pour bien concevoir les propriétés des métaux.

55. Quoique les travaux docimastiques puissent en général être considérés comme réellement différens, suivant les mines sur lesquelles on opère, ils ont cependant tous un rapport ou une ressemblance qui doivent les faire regarder comme une opération à peu près analogue pour tous les minéraux, au moins lorsqu'on les envisage par rapport à l'art du mineur. On choisit d'abord les échantillons de la mine parmi les riches, les pauvres et les moyens : c'est ce qu'on nomme *lotir* ou arranger en lots. On les pulvérise, on les casse dans une sebille de bois pour enlever la gangue pierreuse légère, et rassembler le minérai au fond du vase ; on les grille dans une écuelle de terre recouverte d'un vase semblable, pour éviter la perte par la décrépitation : la matière volatile, ou partie du minéralisateur, se dissipe en vapeur dans l'atmosphère, et la portion métallique s'oxide. On tient la mine rouge de feu jusqu'à ce qu'elle n'exhale plus de vapeur sen-

sible. Le poids qu'elle a après le grillage fait connaître la proportion de matière volatile qu'elle contient. La mine grillée est ensuite mêlée avec trois fois son poids de *flux noir*, ou de tartre à moitié brûlé par le nitre, et un peu de muriate de soude. Le carbone du flux désoxide le métal ; l'alcali fait fondre la gangue, et le sel marin recouvre la substance métallique, dont il empêche l'oxidation. Quand la fusion est complète, on laisse refroidir le mélange ; et l'on trouve ensuite, sous une scorie bien fondue et bien homogène, le métal rassemblé en un seul culot, dont le poids et la nature indique ce qu'on peut attendre du travail métallurgique.

56. L'essai souffre souvent quelques modifications relatives à la nature diverse de la mine.

Quelquefois il faut des fondans plus actifs que le flux noir, sur-tout pour les mines plus réfractaires ou plus infusibles. Alors on prend le borax, le verre pilé avec la potasse ; souvent on ajoute de l'huile ou du suif pour favoriser la réduction des oxides métalliques. Quelquefois même on emploie les attractions électives pour déminéraliser un métal, en chauffant la mine avec un autre métal, à une plus forte attraction pour le soufre que n'en a celui qui est contenu dans la mine. Mais il est rare, dans ce cas, qu'une portion du métal employé ne se combine point à celui qu'on ajoute, et qu'il n'en altère pas la quantité et la qualité.

57. Rarement le métal obtenu par ce premier procédé est-il pur ; souvent un métal difficile à brûler, un métal parfait d'autrefois, contient un métal très-oxidable, jadis imparfait. Alors, pour l'en priver, on grille une seconde fois le métal, en le chauffant et en l'agitant avec le contact de l'air ; et, quoique ce procédé ne soit pas d'une exactitude extrême, il suffit cependant pour les résultats qui conviennent aux mineurs. Souvent cette manière d'essayer est encore trop exacte pour les besoins de la métallurgie ; car elle donne plus de produit métallique qu'on ne peut en espérer en grand, et elle

induit en erreur, outre qu'elle exige l'emploi et qu'elle reçoit l'influence des fondans, dont on ne peut pas faire usage dans les travaux métallurgiques. C'est pour cela qu'en se rapprochant plus de ceux-ci, on essaie de fondre simplement la mine à travers les charbons; et l'on se contente d'en aider l'action par les scories de fer ou le fiel de verre, matières à vil prix, et qu'on peut employer en grand.

58. Si cet essai peut suffire pour le mineur ou le métallurgiste, ceux qui cultivent la minéralogie et la chimie ne s'en contentent pas, parce qu'il ne fournit point les lumières dont ils ont besoin pour bien connaître et classer les minérais. Il échappe une partie du métal en vapeur; il en reste dans les scories : le métal lui-même est plus ou moins impur; son minérai se dissipe et se confond dans les scories. Il faut donc substituer à cet essai irrégulier une analyse exacte par tous les moyens que l'art peut employer. Le grillage imparfait du premier doit être remplacé par la distillation régulière à la cornue, ou l'action du feu dans des vaisseaux fermés de manière à recueillir les produits solides, liquides ou aériformes que le calorique en dégage, à en connaître la nature, et à en déterminer la quantité; on estime en même temps la fusibilité de la mine, après avoir décrit avec soin auparavant ses formes, son tissu, sa couleur, sa pesanteur spécifique, et même sa couleur et toutes ses propriétés physiques.

59. La méthode la plus sévère et la plus utile d'analyser les mines, ou d'en faire un essai chimique complet, consiste sur-tout dans leur traitement par les acides qui dissolvent les métaux sans toucher aux minéralisateurs, sur-tout au soufre. Pour cela, cependant, il faut employer les acides sulfurique ou muriatique; car le nitrique, sur-tout quand il est trop fort, brûle le soufre, trompe sur sa quantité, et change souvent la nature de la mine. On doit même se servir des acides sulfurique ou muriatique affaiblis dans le plus grand

nombre des cas. Les matières non dissoutes et bien lavées indiquent la proportion du minéralisateur, ainsi que sa nature. Le métal dissous est précipité par des alcalis, des prussiates, de l'eau hidrosulfurée, et souvent même par d'autres métaux qui, ayant plus d'attraction que lui pour l'oxigène, le désoxident et le séparent des acides, dans lesquels ils prennent sa place. En général, il est aisé de voir que ce genre d'analyse, qui n'est ici indiqué que d'une manière générale, suppose et exige une grande et entière connaissance de l'action de tous les corps sur les métaux divers ; car tous les corps, bien connus une fois dans leur action, peuvent devenir autant d'instrumens très-utiles pour analyser les mines. On en verra des preuves nombreuses dans l'histoire de chaque métal en particulier.

§. VI.

Des travaux en grand sur les mines, ou de la métallurgie.

60. Une fois assuré par l'effet docimastique qu'une mine peut être exploitée avec avantage, on y procède, dans les travaux métallurgiques, après avoir extrait cette mine à l'aide de tous les moyens mécaniques que l'art possède, et qui consistent à creuser des puits, à percer des galeries, à employer diverses machines pour tirer de l'eau, renouveler l'air, monter la mine, favoriser l'accès des mineurs à l'aide d'échelles ou de cordages, prévenir les éboulemens des terres, etc.

61. Ces premiers procédés d'extraction du minérai, éclairés par les lumières de la géométrie, de la mécanique, de la minéralogie, de la géologie, de la géométrie souterraine, fondés aussi sur la connaissance des constructions de la charpente, exigeant la réunion de beaucoup de talens divers, soutenus d'ailleurs par le courage, la patience, la constance dans les entreprises, constituent un art très-important, qui demande de longues et sérieuses études, l'application conti-

nuelle de l'observation, de l'expérience et de la pratique aux plus profondes méditations théoriques : c'est celui de l'*ingénieur des mines*. Quoiqu'il paroisse étranger aux chimistes, ils ne doivent pas ignorer ses premières notions, qui précèdent nécessairement l'intelligence du traitement métallurgique des mines. Voici les bases de l'art de les extraire de la terre.

62. En général, après avoir sondé un terrain qui contient des mines, ou avoir réuni plusieurs indices sur leur existence, on creuse dans le terrain un puits carré perpendiculaire assez large pour y placer des échelles droites, et sur lequel on pose des treuils destinés à monter ou à descendre des seaux ou des tonneaux; il faut quelquefois y mettre des pompes pour épuiser l'eau qui s'y rassemble. Si la mine est trop profonde pour qu'un seul puits conduise au sol du filon, on pratique, au fond du premier puits, une galerie horizontale, au bout de laquelle on creuse un second puits, et ainsi de suite jusqu'à ce que l'on soit parvenu au fond de la mine.

63. Lorsque la roche qu'on entame ainsi est dure, solide et capable de se soutenir d'elle-même, le puits n'a pas besoin d'être étayé; mais si elle est tendre, friable; si elle menace de s'ébouler après le creusement, alors on étançonne les puits et les galeries avec des pièces de charpente que l'on recouvre de planches dans tout le pourtour, afin de soutenir les terres et de retenir les fragmens qui s'en détacheraient peu à peu et pourraient blesser les ouvriers.

64. Une des pratiques les plus importantes de l'art d'exploiter les mines, a pour objet le renouvellement de l'air. Quand on peut pratiquer une galerie qui du bas d'un puits réponde dans la plaine, le courant d'air s'établit aisément par ce simple artifice. Quand cela n'est pas possible, on creuse un second puits, qui aboutit à l'extrémité de la galerie opposée à celle où se trouve le premier. Lorsque l'un de ces puits est plus bas que l'autre, la circulation et le renouvellement

de l'air sont faciles. Si les deux puits sont d'une égale hauteur, le courant ne pouvant pas s'établir spontanément, on le détermine en plaçant au haut de l'un d'eux un fourneau allumé.

65. Les dangers de l'eau qui inonde les ouvrages, en arrête l'activité et menace les ouvriers, ne sont pas moins nécessaires à prévenir que ceux de l'air. Si c'est de l'eau qui suinte peu à peu à travers les terres, on lui ménage une issue dans la plaine et dans la rivière la plus voisine, par le moyen d'une galerie de percement. Si elle se ramasse en plus grande quantité, ou s'il n'est pas possible de pratiquer cette galerie, on extrait l'eau à l'aide de pompes qui se meuvent, soit par l'eau elle-même, soit par l'air, soit par la vapeur d'eau introduite et condensée dans les cylindres. Ces dernières machines, nommées pompes à feu ou à vapeur, sont aujourd'hui beaucoup plus communes qu'autrefois. On a bien de la peine à se garantir quelquefois des masses énormes d'eau qui font irruption dans les mines lorsqu'on arrive, en creusant, à un vaste réservoir souterrain. Ces cas sont heureusement très-rares; on est cependant parvenu à les prévenir par des portes sourdes, épaisses et très-mobiles, que les ouvriers font jouer au moment où ils reconnaissent, au son particulier de la roche, l'arrivée prochaine de l'eau, et qui, en les séparant ainsi de ce liquide, leur donne le temps de se sauver.

66. Les fluides élastiques délétères qui se dégagent si souvent dans les cavités des mines, et sur-tout le gaz acide carbonique, et différentes espèces de gaz hidrogène mixtes plus ou moins pernicieux, sont encore un des ennemis les plus redoutables des mineurs. Les galeries, les feux, les ventilateurs, les inflammations à l'aide de torches portées de loin dans les parties des galeries méphitisées par les gaz inflammables, et sur-tout les divers moyens de faire arriver de l'air frais, sont les seuls remèdes que l'on puisse opposer à ces fléaux des souterrains.

67. Quand la mine qu'on découvre et qu'on extrait dans la terre à l'aide des pics, des pioches, de la poudre, etc., est sortie des souterrains et portée sur le sol, on lui fait subir toutes les opérations mécaniques et chimiques nécessaires pour en séparer le métal. Ces opérations consistent nécessairement dans le triage, le bocardage, le lavage, le grillage, le fondage et l'affinage. Quoique chacune de ces six manœuvres métallurgiques diffère plus ou moins, suivant la nature et l'espèce de mines qui en sont le sujet, elles sont cependant toutes plus ou moins nécessaires à chaque mine, et elles ont, dans quelque espèce qu'on les considère, comme dans quelques lieux qu'on les pratique, et quelques variétés qu'elles offrent dans leur manipulation, toujours quelque chose de commun qui permet qu'on les décrive d'une manière générale.

68. Le triage consiste dans la séparation que l'on fait, après l'extraction, des différens morceaux de mines qui exigent souvent quelque traitement différent, ou qui doivent donner des produits divers, suivant leur richesse et leur nature. Il n'a guère lieu que dans les mines riches, précieuses, ou d'un grand rapport, comme celles d'or, d'argent, etc. Il est confié à un habile ouvrier, à un homme très-exercé dans le travail des mines, à un des maîtres mineurs.

69. Quand la mine est triée on la fait passer au bocard: c'est un instrument de broiement, une espèce de grand mortier, ou auge alongée dans laquelle se meuvent de haut en bas, à l'aide de roues et de mentonnets, des pièces de bois verticales terminées par une surface de fer arrondie comme celle d'un pilon. L'élévation et l'abaissement alternatifs de ces espèces de pilons, mus par l'eau, par l'air ou par le feu, concassent et broient la mine avec sa gangue qui l'accompagne.

70. Du bocard la mine pilée passe au lavage, qui se fait par beaucoup de manœuvres différentes, ou à la main, dans des sebiles de bois, ou dans des auges que traversent un courant d'eau, ou sur le bord d'un ruisseau, ou au sein même

de son cours, ou sur des tables inclinées, garnies de drap destiné à arrêter les fragmens irréguliers et crochus de la mine. Cette dernière machine n'est employée que dans des mines riches, et précieuses par l'abondance de leur métal. Dans tous ces procédés, l'eau agitée entraîne en s'écoulant les pierres et la gangue, plus légères que la mine, qui se précipite et qui occupe le fond des divers ustensiles à l'aide desquels on opère le lavage.

71. Le grillage a pour but d'attendrir la mine, de la diviser, de la réduire en très-petites parcelles, ou d'en séparer, par la volatilisation à l'acide du feu, la plus grande partie du minéralisateur qui y masque les propriétés du métal. On le pratique par beaucoup de moyens ou de procédés différens, suivant le genre des mines, suivant la force ou l'étendue qu'on veut lui donner, suivant le degré d'adhérence et la proportion du minéralisateur, soufre ou arsenic, et quelquefois tous deux ensemble, qu'on veut séparer. Tantôt c'est dans l'air, tantôt c'est dans des fourneaux et pêle-mêle avec les charbons qu'on grille; quelquefois il faut des fourneaux particuliers pour cette opération, dans d'autres cas elle se fait dans ceux qui servent ensuite à fondre.

72. Le fondage, ou l'art de fondre les mines après leur grillage, est la principale et la plus importante opération métallurgique; toutes les autres n'en sont que le préliminaire ou la préparation. C'est vers celle-ci que se dirige toute l'attention du mineur; c'est celle à laquelle tous ses efforts sont appliqués, parce qu'elle fournit le véritable produit utile, celui qui réunit son vœu. Quoiqu'elle consiste en général à fondre la mine grillée pour en extraire le métal; quoique, sous ce point de vue, elle semble présenter une opération simple et égale, il n'en est pas qui diffère autant, suivant l'espèce de métal et de mine à laquelle on a affaire : aussi les fourneaux qui y servent, la nature et la masse du combustible qu'on y emploie, son énergie, sa durée, son administration,

l'addition de telle ou telle matière fondante, le chauffage à nu à travers les charbons ou dans des creusets, l'époque, le temps et le mode de couler le métal fondu; tout, jusqu'à la forme du métal qui en sort, varie et présente à l'observateur des différences très-remarquables. On y reviendra dans l'histoire de chaque métal en particulier.

73. Quand on a fondu la mine, quand on en a retiré le métal, tout n'est pas encore fini. Presque jamais ce métal n'est pur et seul : ou il est altéré par quelques substances étrangères encore à sa nature métallique, ou il contient quelque portion d'un autre métal qui masque les propriétés de celui qu'on veut obtenir pur, ou bien il recèle une partie d'un métal plus précieux que toute la masse, et qu'il est nécessaire d'en extraire, ou enfin c'est un alliage, dans de grandes proportions réciproques, de plusieurs métaux qu'on doit séparer les uns des autres. Ces divers objets à remplir, et dont les pratiques doivent varier comme on le voit par leur simple énoncé, appartiennent à la dernière opération du traitement des mines en grand. On renferme, on comprend toutes les opérations qui y sont relatives sous la dénomination générale d'affinage, parce qu'en effet le but est toujours d'obtenir un métal pur. On exposera, à l'article de chaque métal, ce qu'on fait pour affiner chaque espèce.

§. VII.

De l'oxidabilité ou de la combustibilité des métaux par l'air.

74. Tout ce qu'on a dit jusqu'ici des métaux en général n'a que des rapports éloignés avec leurs propriétés chimiques, ou au moins ne peut recevoir de développemens plus exacts et offrir à l'esprit des résultats plus précis, que par l'étude de ces dernières propriétés. Il est donc essentiel de s'attacher à celles-ci, de bien connaître ce qu'elles présentent de carac-

téristique pour les substances métalliques. C'est aussi à l'examen de ces propriétés que les six derniers paragraphes de cette histoire du genre métallique seront consacrés. On y passera successivement en revue leur manière d'être altérés par l'air, leur combinaison avec les corps combustibles, leur action sur l'eau et les oxides en général, celle qu'ils exercent sur les acides, leurs rapports avec les bases salifiables, enfin celui qu'ils ont avec les sels. Ces six divisions comprendront tout ce qu'on peut savoir sur les compositions chimiques des métaux; et l'on verra que le même ordre, suivi avec quelque modification pour les espèces, rendra leur histoire aussi complète qu'exacte.

75. Séparer l'oxidabilité des métaux par l'air, ou leur combustibilité proprement dite de toutes leurs autres propriétés chimiques, c'est annoncer qu'elle mérite toute l'attention de ceux qui les étudient. C'est en effet comme le caractère fondamental le plus saillant, le plus important des métaux; c'est en même temps la clef de tous les phénomènes qu'ils offrent dans leurs combinaisons. L'oxidabilité de ces corps par l'air varie, non seulement suivant leurs espèces, comme on le verra dans l'histoire de celle-ci, elles varient encore,

A. Soit par la température à laquelle elle s'opère;

B. Soit par la facilité avec laquelle elle s'exécute;

C. Soit par la différence qui naît de la température même;

D. Soit par la proportion de l'oxigène qu'elle exige;

E. Soit par les phénomènes qui l'accompagnent;

F. Soit par les attractions diverses du principe oxidant par les métaux;

G. Soit par l'état de l'oxigène dans les minéraux oxidés;

H. Soit enfin par les caractères que prennent, à mesure qu'ils l'éprouvent, les oxides métalliques. Pour en avoir une idée exacte, il faut considérer chacun de ces points en particulier.

76. L'oxidabilité par l'air commence, dans quelques métaux, à la température la plus basse, tandis qu'il en est d'au-

tres qui exigent une énorme chaleur. Le manganèse, le fer, par exemple, brûlent à toutes les températures; l'argent, l'or et le platine, au contraire, ne brûlent que lorsqu'ils sont extrêmement échauffés : tous les autres métaux tiennent le milieu entre ces deux extrémités. C'est pour cela que, regardant autrefois l'oxidation des métaux comme une espèce de destruction, parce qu'en effet ils perdent leurs propriétés métalliques et éprouvent un grand déchet pour les arts, les chimistes regardaient l'or et l'argent comme des métaux indestructibles, et le fer, au contraire, comme le plus destructible des métaux; mais il est évident que ce n'est qu'une différence spécifique entre eux, qu'elle n'est vraiment relative qu'au temps qu'exige proportionnellement l'oxidabilité : car il n'est pas un seul métal qui, exposé pendant des temps suffisans à l'air, ne se brûle à la fin par la seule température de l'atmosphère.

77. La facilité de l'oxidabilité est la suite de la propriété précédente. Quelques métaux se brûlent en s'oxidant si facilement, qu'il faut les défendre du contact de l'air si on veut conserver leur brillant et leur solidité : tels sont le fer, l'étain, le plomb, le cuivre, le manganèse, qu'on ne défend bien de leur altérabilité par l'air qu'en les couvrant d'un vernis ou en les enduisant d'une autre couche ou lame métallique. Il en est au contraire qui n'éprouvent presque aucun changement, même dans leur poli, comme l'or et le platine.

78. Ce n'est pas seulement par la manière dont les métaux exigent une élévation de température, qu'ils diffèrent dans leur oxidabilité; c'est presque pour tous au moins la diversité même du mode de leur oxidation qui marque chez eux la différence de la température à laquelle on les expose. En général ils tendent tous à s'oxider d'autant plus facilement, d'une part, et à s'oxider davantage, à absorber plus d'oxigène, de l'autre, qu'on les chauffe davantage. Il y a plus, la plupart des métaux s'oxident d'une manière déterminée à une température

déterminée ; et l'on peut, d'après cela, apprécier l'état de leur oxidation par la chaleur qu'on leur a donnée.

Presque toujours l'élévation de la température, dans les métaux, fait naître la rapidité dans l'oxidation, et élève cette propriété jusqu'à la combustion ou l'inflammation proprement dite. C'est ainsi qu'en jetant des limailles fines de métaux sur des brasiers bien ardens ou à travers des flammes fortes, elles forment en brûlant des étincelles vives et brillantes qui dépendent de la chaleur vive qu'ils éprouvent ; c'est encore par la même cause que le fer ou l'acier, choqué fortement et déchiré par le choc des pierres silicées, brûle avec une flamme vive dans l'air, par la grande chaleur que cette percussion lui communique.

79. La proportion de l'oxigène qui s'unit aux métaux pendant leur oxidation est encore une des circonstances qui font varier ce phénomène. Ils diffèrent tous entre eux par cette proportion, et exigent conséquemment un plus ou moins grand contact de l'air pour brûler. Chaque métal d'ailleurs varie encore lui-même par la quantité d'oxigène qu'il prend dans l'air, suivant la manière dont on le brûle et la température à laquelle on l'élève.

80. Dans toutes les limites des conditions et des circonstances dont il a été parlé, les phénomènes de l'oxidation des métaux sont divers : tantôt le métal rougit et s'enflamme, tantôt il s'oxide sans se fondre, ou ne s'oxide qu'après avoir été fondu. Quelquefois il se couvre d'une simple croûte cassante, ou d'une poussière adhérente ; d'autres fois, c'est une pellicule irisée et non adhérente qui se forme à sa surface : toujours il se ternit, perd son brillant et sa couleur, et en prend une qui annonce son oxidation.

81. L'oxigène, en se fixant dans les métaux à mesure qu'ils se brûlent par leur exposition plus ou moins longue à l'air, ou y contracte une adhérence, ou s'y unit avec une attraction qui est particulière à chacun d'eux, et dont le degré est

fort important à connaître pour une foule d'opérations et de résultats chimiques. C'est de là que dépend la difficulté plus ou moins grande de séparer l'oxigène uni aux métaux, et la nécessité d'employer quelquefois les corps qui l'attirent le plus, pour l'en séparer.

82. Il faut encore observer, pendant la fixation de l'oxigène atmosphérique dans les substances métalliques, le mode même de cette fixation et l'état que ce principe y acquiert. Dans les uns il est absorbé, très-solide, et en perdant beaucoup de calorique; dans d'autres il se précipite sans abandonner la même quantité de son dissolvant: de sorte que si on oxidait les divers métaux au milieu du calorimètre, la quantité de glace fondue pourrait servir à déterminer la proportion du calorique dégagé de l'air par chacun d'eux, et conséquemment l'état de solidité que l'oxigène y contracte. Cette proportion répond à la manière dont peut s'opérer leur décombustion ou leur désoxidation. Ceux qui ont absorbé l'oxigène le moins solide ou retenant le plus de calorique, se réduisent facilement par le calorique ou la lumière; ceux au contraire dans lesquels l'oxigène, en se fixant, a perdu beaucoup de son dissolvant, ne sont débrûlés ou désoxidés, et conséquemment rappelés à l'état métallique, que par une grande accumulation de calorique; le plus grand nombre exige même l'addition des corps qui ont plus d'attraction pour l'oxigène que n'en ont les métaux.

83. Quant aux caractères qui distinguent les oxides métalliques faits par le contact de l'air, ils sont tous variés dans les espèces différentes, comme on le verra plus bas: mais ils en ont en même temps certains qui se rencontrent dans tous, et par lesquels ils diffèrent des métaux; c'est sur ceux-là qu'il faut porter ici son attention. Tous les oxides ont la forme de poussière, ou sont fragiles et faciles à réduire en poudre; ils présentent toutes les nuances de couleurs possibles, depuis le blanc et le gris, jusqu'au brun, et au rouge foncé; ils pèsent

plus que les autres métaux d'où ils proviennent ; et cette augmentation va depuis quelques centièmes jusqu'à plus de la moitié de leur poids ; ils ressemblent à des terres : aussi les avait-on nommés autrefois *terres* ou *chaux métalliques*. Les uns repassent à leur état métallique par le seul contact de la lumière ou du calorique ; les autres, sans y passer entièrement, ne font que s'en rapprocher ; d'autres exigent l'addition du carbone rouge de feu, qui attire leur principe oxidant : il en est qui semblent être irréductibles. Ceux-ci sont fusibles au feu, et donnent des verres plus ou moins colorés, transparens, et servent même de fondans aux terres : ceux-là, au contraire, résistent au plus grand feu, et troublent même la transparence des verres dans lesquels on les fait entrer. Quelques oxides sont volatils ; la plupart sont fixes. On trouve dans les uns une saveur âcre et caustique, une dissolubilité plus ou moins grande dans l'eau, et même une qualité acide ; dans d'autres, point de saveur, point de dissolubilité. Il en est qui s'unissent aux alcalis, comme le feroient les acides, tandis que le plus grand nombre se disssolvent dans les acides, et les saturent à la manière des bases terreuses et alcalines : les uns brûlent les corps combustibles avec flamme, parce qu'ils contiennent l'oxigène peu solide ; la plupart, au contraire, ne les brûlent que lentement, et sans aucune trace d'inflammation.

§. VIII.

Des combinaisons des métaux avec les corps combustibles.

84. Il a déja été parlé, dans la seconde section de cet ouvrage, de l'union des substances métalliques avec les corps combustibles : on ne rappellera donc ici quelques-unes des généralités relatives à ces combinaisons, que pour rendre complète l'histoire des métaux ; et l'on insistera sur quelques-

tunes qui n'ont point été indiquées ou qui l'ont été trop rapidement à cet article, où il n'étoit question que de placer les métaux dans la série des corps combustibles indécomposés, et de les comparer à ceux qu'on avait déja traités auparavant.

85. On a vu qu'on ne connaissait pas encore d'union entre l'azote, l'hidrogène, le diamant et les métaux; il n'est cependant pas invraisemblable que ces combinaisons existent, et que si on ne les a encore ni trouvées dans la nature, ni opérées par l'art, c'est parce que les procédés chimiques d'analyse et de synthèse sont encore bien loin d'être assez perfectionnés pour pouvoir former ou reconnaître de pareils composés. On sait maintenant que le gaz hidrogène est susceptible de tenir en dissolution plusieurs substances métalliques, spécialement l'arsenic, le zinc et le fer. On vient de découvrir que le diamant se combine très-bien par la fusion avec le fer, et le convertit en acier; ce qui rapproche de plus en plus ce corps combustible du carbone pur.

86. Quoiqu'on n'ait encore reconnu qu'une combinaison de carbone avec un métal, il n'est pas permis de douter qu'il ne doive en exister plusieurs autres, et que la plupart des substances métalliques ne soient susceptibles de s'unir à ce corps combustible. La nature forme vraisemblablement ces combinaisons; et les singulières propriétés que présente le fer dans son union avec le carbone prouvent qu'il y a beaucoup de découvertes à faire sur cet objet, qui touche de si près à la minéralogie, à la géologie, et à tous les arts relatifs aux métaux.

87. Si on ne connaît pas encore de métaux carbonés ou de carbures métalliques, excepté le fer, on sait au moins, depuis long-temps, que les oxides métalliques éprouvent tous une décomposition plus ou moins prononcée par le carbone: ce corps s'empare de l'oxigène des oxides, brûle, ou avec flamme, comme cela a lieu avec l'oxide rouge de mercure à une haute température, ou tacitement et sans flamme; il forme de l'acide

carbonique qui se dégage en gaz, et laisse les métaux dans leur état métallique. On peut même déterminer, par cette décomposition, la proportion d'oxigène que contiennent les oxides, d'après la quantité de cet acide obtenu, et doser assez bien les matières pour réduire complétement un mélange de carbone et d'oxide métallique au double état de métal et d'acide carbonique sans résidu. Le succès de ce dernier résultat, obtenu par Lavoisier, suppose qu'on connaît bien la nature d'un oxide et la quantité d'oxigène qu'il contient ; connaissance qui s'acquiert par une première opération, dans laquelle on doit estimer auparavant la dose d'acide carbonique qui se forme pendant sa réduction.

88. On ignorait autrefois les composés nommés phosphures métalliques, que Pelletier a obtenus si facilement en réduisant de l'acide phosphorique vitreux mêlé avec des métaux et du charbon, et qu'on obtient de même en traitant aussi avec du charbon et par un grand feu les phosphates métalliques. J'ai déja dit ailleurs que ces composés, dont je soupçonne l'existence dans la nature, quoiqu'aucune expérience ne l'ait encore annoncée aux chimistes, ne sont que peu combustibles à l'air ; qu'ils ont l'aspect métallique, grenu, brillant ; qu'ils sont cassans, fusibles, décomposables à un grand feu. J'ajouterai ici que la plupart des phosphures métalliques sont décomposables à l'aide du calorique.

89. Les sulfures métalliques que la nature présente si abondamment et si multipliés, qui forment les mines les plus communes, offrent pour propriétés remarquables, soit qu'on les prenne naturels et fossiles, soit qu'on les ait fabriqués par art, la décomposition à l'aide d'un grand feu, la fusibilité facile pour les métaux infusibles ou peu fusibles par eux-mêmes, la difficulté de se fondre pour les métaux très-fusibles, la sulfalisation par le contact de l'air, leur analyse plus ou moins facile par les acides qui dissolvent le métal et séparent le soufre, la dissolubilité et la formation d'oxides

sulfurés et hidrosulfurés par les alcalis. Il faut distinguer aussi les métaux qui s'unissent mieux au soufre après avoir été oxidés, de ceux qui s'y combinent sans oxidation; leurs combinaisons avec l'hidrosulfure, et leur diverse attraction pour le soufre, qui permet aux chimistes de décomposer quelques sulfures métalliques par d'autres métaux, comme le sulfure d'antimoine par le fer, etc.

90. Les métaux s'unissent en général très-bien entre eux, quoiqu'il y ait à cet égard quelques exceptions remarquables. On nomme en général ces combinaisons des alliages; le mercure, en les formant, ramollit et dissout même la plupart des métaux: aussi a-t-on donné à ceux-ci le nom particulier d'amalgames. On peut même unir cinq à six métaux entre eux, et former ainsi des alliages compliqués dont les arts tirent quelquefois de grands usages, et que l'analyse docimastique doit savoir séparer et bien connaître. Une foule de ces composés métalliques sont employés et connus. Jamais les métaux, en s'unissant entre eux par la fonte, ne conservent ni la même densité ni le même tissu qu'ils avaient séparément, ni la pesanteur moyenne que le calcul de proportion indique dans leur combinaison. Les alliages sont toujours ou plus denses ou plus rares que la somme de leur densité primitive ne l'indiquait: ils ont aussi tous des propriétés nouvelles dans leur fusibilité, leur capacité pour le calorique, leur combustibilité, etc., etc.

§. IX.

De l'action réciproque des métaux, de l'eau et des oxides.

91. On n'a point assez estimé encore la découverte de la décomposition de l'eau; on ne l'a point mise à un assez haut prix, par le rang qu'elle tient parmi les plus beaux travaux de la fin de notre siècle, et par les immenses avantages

qu'elle a fait naître pour la théorie de la science de la nature. L'histoire des métaux y a gagné une foule d'explications de phénomènes qui n'avoient pas été compris, et qui ne l'auraient jamais été sans cette importante découverte, l'une des plus belles et des plus étonnantes qu'on doive à la chimie moderne.

92. Il n'y a cependant que bien peu de métaux qui aient par eux-mêmes la propriété de décomposer l'eau, puisque l'hidrogène, à l'état de gaz, décompose la plupart des oxides métalliques, quelques-uns à froid, le plus grand nombre à l'aide du calorique; ce qui prouve que ce principe a plus d'attraction pour l'oxigène, que n'en ont en général les métaux: il faut même ajouter à cela qu'il décompose les oxides des métaux susceptibles eux-mêmes de décomposer l'eau, lorsqu'il sont, à la vérité, dans un état d'oxidation plus avancé que celui où l'oxigène enlevé à l'hidrogène ne peut les porter.

93. Il faut distinguer, par rapport à l'action des métaux sur l'eau, quatre classes de ces corps : les uns la décomposent à froid, et ils n'ont besoin d'aucun auxiliaire pour cela; un peu de temps seulement est nécessaire à cette décomposition. C'est ainsi que le fer, mis en contact avec de l'eau froide, exige plusieurs jours pour en séparer l'hidrogène, et en absorber l'oxigène, comme on le voit dans la préparation de l'oxide noir, ou de l'*éthiops martial* de Lémery, fait suivant le premier procédé. Le zinc appartient aussi à cette classe, ainsi que le manganèse.

94. La seconde classe renferme ceux qui ne pouvant pas décomposer immédiatement l'eau à froid, en deviennent capables à une forte chaleur, à la température rouge: il est vraisemblable qu'il y a beaucoup plus de métaux qu'on ne croit dans ce cas; l'antimoine et l'étain sont spécialement dans cet ordre. On conçoit bien que ceux de la première classe acquièrent, par une haute température, la propriété de décomposer l'eau beaucoup plus fortement et plus abondamment qu'ils ne le font à froid.

95. A la troisième classe, je rapporte les métaux qui ne pouvant jamais décomposer l'eau ni à froid ni à chaud, tant qu'ils agissent seuls sur cet oxide d'hidrogène, requièrent cette propriété, par l'attraction prédisposante que les acides, ou même quelquefois les alcalis y portent, par leur tendance à s'unir aux oxides métalliques. On reconnaît cette propriété dans le cuivre, le plomb, le bismuth, etc. Elle n'est alors qu'augmentée et accélérée dans les métaux des deux premières classes.

96. Je range dans la quatrième classe les métaux qui n'ont, ni par attraction simple, ni par attraction prédisposante, ni par aucune réunion de forces attractives quelconques, la propriété de décomposer l'eau, et qui conséquemment ne donnent jamais de gaz hidrogène dans quelque circonstance que ce soit de leurs combinaisons chimiques. Le mercure, l'argent, l'or et le platine sont les seuls de cette classe, et il est aisé de reconnaître que cette propriété coïncide avec leur peu d'attraction pour l'oxigène, et avec la facilité que ce principe a pour s'en séparer.

97. Cette action des métaux sur l'eau, une fois bien exactement déterminée, il ne sera plus difficile de rendre raison des phénomènes qu'ils présentent avec les acides, de l'effervescence vive, et du dégagement abondant de gaz hidrogène qui accompagnent leurs dissolutions, de la réduction de la plupart de leurs oxides par le gaz hidrogène, et de beaucoup d'autres circonstances qui étaient inintelligibles et inexplicables dans toutes les époques de la chimie qui ont précédé la découverte de la nature de l'eau.

98. Quant aux oxides, il ne paraît pas qu'il y en ait d'autres dont l'action sur les métaux en général mérite d'être déterminée, que ceux des métaux eux-mêmes, puisqu'on n'a rien vu ou encore rien déterminé relativement à l'effet des oxides d'azote, de phosphore et de soufre sur les substances métalliques. Il y a trois circonstances générales à apprécier entre les métaux et leurs oxides. La première est relative à la

réaction de ces corps sur leurs oxides propres dans quelques cas. Quoiqu'on ait dit que jamais un oxide ne s'unissait avec son propre métal, ce qui est vrai en général, il est très-remarquable que si on chauffe un métal avec son oxide le plus oxidé possible, souvent, pour ne pas dire toujours, ce métal prend à son oxide la portion de l'oxigène qui y adhère le moins, ou qui a été la dernière ajoutée, le désoxide ainsi en partie, forme avec lui une sorte d'équilibre d'oxidation. C'est ainsi que l'oxide rouge de fer, chauffé avec de la limaille de ce métal, fait passer celle-ci, en y passant lui-même, à l'état d'oxide noir. La seconde circonstance tient à l'attraction plus forte du métal pour l'oxigène, que celle qui existe dans l'oxide. Dans ce cas, ce dernier est désoxidé; le métal lui-même s'oxide, et quelquefois même avec flamme et lumière plus ou moins vive. Enfin, dans la troisième circonstance, le métal ajouté à un oxide a moins d'attraction pour l'oxigène que n'en a celui qui est oxidé; et alors il n'y a aucun changement entre ces deux corps.

§. X.

De l'action générale des acides sur les métaux, et des métaux sur les acides.

99. Comme c'est spécialement avec les acides que les chimistes ont traité les métaux, parce que ces agens leur ont toujours paru les plus capables de les altérer et de les caractériser entre eux; comme les combinaisons qu'ils sont susceptibles de former avec eux ont été l'objet des plus nombreuses recherches : cette partie de la chimie métallique est la plus remplie de faits, ainsi qu'on le reconnaîtra dans l'histoire des métaux en particulier. Il ne doit être question ici que de la plus grande généralité des phénomènes réciproques

que représentent les corps ; on ne doit par conséquent examiner cette action que sous le point de vue des acides.

100. Il faut observer d'abord, en général, qu'il n'y a aucune union entre les métaux et les acides sans que les premiers soient plus ou moins oxidés : ainsi ceux des oxides métalliques qui y sont dissolubles se dissolvent lentement et sans effervescence, tandis que leurs métaux eux-mêmes ne s'y dissolvent point sans mouvement et sans effervescence. Celle-ci est due à ce que les métaux augmentant tout-à-coup d'attraction pour l'oxigène, par le contact des acides, dégagent un autre principe qui prend la forme de gaz. Ce principe provient ou des acides eux-mêmes ou de l'eau. Dans le premier cas il est quelquefois différent, suivant les acides; dans le second, c'est toujours du gaz hidrogène qui se dégage plus ou moins altéré. Quelquefois les deux corps, l'acide et l'eau, sont décomposés tout à la fois par le métal : et alors ou il se dégage deux gaz mêlés, ou les deux principes de ces gaz s'unissent ensemble, et donnent naissance à un nouveau composé.

101. Les oxides métalliques ne peuvent s'unir ou rester unis aux acides qu'autant qu'ils contiennent chacun des quantités déterminées d'oxigène : en deçà de ces proportions ils ne s'y unissent point; au delà, ils les abandonnent et se précipitent. Chaque oxide en particulier ne peut même rester combiné avec chaque acide, que dans des limites souvent très-étroites d'oxidation. C'est pour cela que les dissolutions métalliques exposées à l'air, ou mises en contact avec des corps qui peuvent leur fournir de l'oxigène, se troublent et se précipitent à mesure qu'elles absordent plus de ce principe qu'elles n'en contenaient. Souvent même, seules et dans des vaisseaux bien fermés, les oxides qu'elles tiennent réagissent sur leurs acides par l'élévation de température, et elles se troublent et se décomposent par cette suroxidation spontanée.

102. Ceux des métaux qui ont le plus de tendance pour

s'oxider par l'action des acides, ne peuvent y rester unis ni former avec eux des dissolutions permanentes. On observe sur-tout ce phénomène dans les métaux acidifiables, ou dans ceux dont les oxides sont susceptibles de s'unir aux alcalis. Aussi ces métaux, plus oxidables que dissolubles dans les acides, se séparent-ils en oxides au fond de leurs prétendues dissolutions, et ne restent-ils que très-peu, et sur-tout pour très-peu de temps, dissous dans les acides.

103. Il n'existe donc de sels métalliques que dans le cas où les oxides sont susceptibles de rester unis aux acides, et ne tendent point à s'en séparer. Ils ne sont permanens que dans les circonstances où l'on n'augmente point leur attraction pour l'oxigène, ou lorsqu'on ne leur présente pas ce principe. Les sels métalliques sont toujours avec excès d'acides, et, de plus, âcres corrosifs et vénéneux pour la plupart. Leurs propriétés, pour être bien connues, exigent qu'on examine *a*, leur forme; *b*, leur saveur; *c*, leur altération par la lumière; *d*, leur fusion, leur desséchement, leur volatilisation ou leur décomposition par le calorique; *e*, leur déliquescence, leur efflorescence ou leur décomposition plus ou moins complète par l'air; *f*, leur dissolubilité dans l'eau chaude ou froide, leur altération souvent très-forte par ce liquide; *g*, leur décomposition par les alcalis et les terres, la nature et la proportion des oxides que ces bases en précipitent, la formation des sels triples qui a lieu si fréquemment dans cette décomposition; *h*, l'altération de ces mêmes oxides au moment de leur précipitation, soit par le précipitant lui-même, soit par l'air, soit par l'eau; *i*, leur altération par les divers acides, leur décomposition ou leur non décomposition, les effets des attractions des acides pour les oxides métalliques, le changement de ceux-ci; *k*, l'action des sels terreux et alcalins, soit qu'elle consiste dans une simple union en sel triple, soit qu'elle présente une décomposition simple, double, nécessaire ou superflue; *l*, l'action réciproque des sels métalliques, les

uns sur les autres, qui se borne à une union surcomposée, au changement double de bases et d'acides, ou au déplacement d'oxigène qui précipite les deux oxides à la fois ; *m*, enfin les altérations qu'y portent souvent les corps combustibles à froid ou à chaud ; *m*, les désoxidations par le carbone chaud, celles opérées par le phosphore et par les métaux froids ; les précipitations par les sulfures et les hidrosulfures. Après cet examen, l'histoire d'un sel métallique est aussi complète qu'elle peut l'être.

104. Non-seulement les divers oxides métalliques ont différens degrés d'attraction pour les acides, et doivent conséquemment influer par là sur les combinaisons qu'ils sont susceptibles de former avec ces corps ; mais les métaux eux-mêmes, par la force de leur attraction pour l'oxigène, y influent encore d'une manière bien plus remarquable. Ainsi plusieurs métaux capables d'enlever l'oxigène à d'autres, plongés dans des dissolutions de ceux-ci par les acides, les font reparaître sous leur forme métallique, comme le mercure le fait par rapport à l'argent, le cuivre par rapport au mercure, le fer par rapport au cuivre. Quelquefois les métaux n'enlèvent aux oxides qu'une portion de leur oxigène ; de sorte qu'ils ne les précipitent point dans l'état métallique, mais seulement dans un état de moindre oxidation : ainsi l'étain précipite l'or en oxide pourpre, et non en or brillant. Ce phénomène est de la plus grande importance pour une foule d'opérations des arts.

105. Après avoir exposé ce qu'il y a de plus général dans l'action réciproque des acides et des métaux, il faut voir maintenant la manière dont se comporte chaque acide relativement à ces corps combustibles, en considérant ici les acides sous le double rapport de leur nature, de leur composition connue ou inconnue, et de leur énergie ou attraction générale pour toutes les bases auxquelles ils peuvent s'unir ; c'est-à-dire, en les disposant dans l'ordre suivant : acides sulfurique, sulfureux, nitrique, nitreux, phosphorique, phosphoreux, carbonique,

muriatique, muriatique oxigéné, fluorique et boracique. On ne dira rien ici des acides métalliques, parce qu'ils ne sont pas assez connus encore, et parce que leur histoire détaillée suivra de près cet article.

106. L'acide sulfurique concentré n'est décomposable par le plus grand nombre des métaux, qu'à l'aide de l'élévation de température : alors il se dégage du gaz acide sulfureux, et il se forme, ou des oxides, ou des sulfates métalliques, suivant la quantité respective de l'acide et des métaux. Si l'acide sulfurique est étendu d'eau, il favorise la décomposition de celle-ci par les métaux ; il se dégage abondamment du gaz hidrogène ; les métaux, à mesure qu'ils s'oxident, s'unissent à l'acide, et il se forme des sulfates plus abondans que dans la première circonstance. L'acide sulfureux agit d'une manière différente sur divers métaux : il dissout quelques-uns en faisant décomposer l'eau et dégageant du gaz hidrogène ; souvent il se décompose lui-même, cède de son oxigène aux métaux, laisse précipiter du soufre, qui s'unit aux sulfites, et les fait passer à l'état de sulfites métalliques sulfurés. Il est plusieurs métaux sur lesquels il n'a aucune action : comme ceux qu'il dissout en se décomposant ne donnent point d'effervescence pendant leur dissolution, il peut servir avec avantage pour l'analyse des alliages, des métaux carbonés, etc.

107. L'acide nitrique concentré n'agit souvent en aucune manière sur les métaux, parce qu'il a trop de densité. Quand on l'étend d'un peu d'eau, l'action commence ; il se dégage du gaz nitreux ; quelquefois même sa décomposition est si forte et si active, qu'il se sépare du gaz azote. Il est quelques cas où l'eau décomposée en même temps, à cause de la grande quantité d'oxigène absorbé par le métal, donne, par l'union de son hidrogène avec l'azote de l'acide, de l'ammoniaque, qui se fait sentir, sur-tout quand on ajoute de la chaux. Dans ces cas, le métal reste en oxide au fond du vase. Quand il

ne se dégage que du gaz nitreux lentement, le métal oxidé reste ordinairement en dissolution, et il se forme un nitrate métallique qui cristallise par refroidissement ou par évaporation. De tous les acides, celui-ci brûle le plus vîte et le plus complétement les métaux, quelquefois même avec flamme; ce qui forme les nitrates les moins permanens. Souvent aussi il agit sur des oxides peu oxidés, leur donne une nouvelle portion d'oxigène, et les fait passer à l'état d'acides quand ils en sont susceptibles. L'acide nitreux ne diffère pas sensiblement du nitrique par son action sur les métaux.

108. Les acides phosphorique et phosphoreux n'agissent que très-faiblement sur les métaux, en raison de la forte adhérence de leurs principes et de leur densité. En les chauffant cependant très-fortement, il se dégage à la fin du gaz hidrogène phosphoré. Il est quelques métaux parmi les plus oxidables, sur lesquels l'acide phosphorique agit mieux, et qu'il rend susceptibles de décomposer l'eau plus promptement qu'ils ne peuvent le faire seuls. Il se forme, dans les deux cas, des phosphates, et quelquefois des phosphites : ces derniers sont encore très-peu connus. Les phosphates métalliques sont ordinairement lourds, peu solubles, ou solubles seulement dans leur propre acide, peu ou point sapides, décomposables par plusieurs acides, décomposables par le charbon rouge qui les change en phosphures métalliques. Quand on chauffe fortement l'acide phosphorique vitreux avec des métaux, ceux-ci, en lui enlevant une portion de son oxigène, forment deux combinaisons à la fois de phosphates et de phosphures métalliques.

109. L'acide carbonique n'a qu'une action plus faible encore que tous les acides précédens sur les substances métalliques; il n'agit bien sensiblement que sur le zinc et sur le fer, en le prenant dissous dans l'eau. Celle-ci est légèrement décomposée : il se forme un peu de gaz hidrogène, plus reconnaissable par son odeur que par son dégagement, qui ne va jamais jusqu'à produire une effervescence. Les carbonates

métalliques sont dissolubles dans un excès d'acide carbonique, et se séparent de l'eau quand cet acide se dissipe. On en trouve quelques-uns fort abondamment dans la nature. L'acide carbonique, uni à une terre et dans l'état de carbonate, est quelquefois susceptible d'être décomposé par les métaux à l'aide de la chaleur rouge. C'est ainsi qu'en chauffant du carbonate de chaux avec du fer, à la vérité, en y ajoutant l'attraction de la silice ou du sable pour la chaux et l'oxide de fer, avec lesquels cette terre fusible tend à se vitrifier, le citoyen Clouet a obtenu de l'acier formé par l'union du fer avec le carbone séparé de l'acide carbonique. Un pareil effet sera sans doute observé, par la suite, de la part de plusieurs autres métaux.

110. L'acide muriatique ne dissout les métaux que lorsqu'ils sont susceptibles de décomposer l'eau par l'addition de sa propre attraction disposante ; alors il se dégage du gaz hidrogène : on remarque que souvent celui-ci est d'une fétidité tenace et singulière. Les métaux qui ne décomposent jamais l'eau ne sont point attaqués par cet acide ; mais leurs oxides s'y unissent facilement, sur-tout parce que trop oxidés pour se dissoudre dans les autres acides, ils cèdent d'abord à celui-ci l'excès de leur oxigène. C'est pour cela que l'acide muriatique dissout tous les oxides, les détache de la surface des vases, et les enlève si souvent aux autres acides, et sur-tout à l'acide nitrique : les muriates métalliques sont ou fixes ou fusibles, ou volatils et sublimables.

111. L'acide muriatique oxigéné oxide les métaux sans produire de mouvement ni d'effervescence, parce que l'oxigène se porte seul ici sur les corps combustibles. Il agit facilement sur ceux des métaux que l'acide muriatique ordinaire n'altère point, et sur-tout sur l'or et le platine. Il se forme ainsi des muriates simples. Lorsqu'on l'ajoute aux sels métalliques, il les décompose presque toujours, et en précipite les oxides suroxigénés. Uni lui-même aux oxides, il forme avec eux des

muriates oxigénés très-différens des muriates simples, et qui n'ont encore été que peu examinés, quoiqu'on en connaisse déja quelques-uns de très-remarquables, comme on le dira dans les articles suivans.

Le gaz acide muriatique oxigéné enflamme et brûle tout à coup la plupart des métaux cassans qu'on y jette en poudre; il acidifie ceux d'entre eux qui en sont susceptibles.

112. L'acide fluorique agit sur les métaux à peu près comme le muriatique, excepté qu'il n'enlève point d'oxigène à leurs oxides comme le fait ce dernier.

Le boracique n'a que très-peu d'action sur ces corps, et on ne parvient à l'unir à leurs oxides que par des attractions doubles, ou en décomposant d'autres dissolutions métalliques par celles des borates alcalins.

§. II.

De l'action réciproque des métaux et des bases salifiables.

113. Il n'y a pas plus d'union réelle entre les bases terreuses ou alcalines et les métaux, qu'il n'en existe de la part des acides; mais ces bases exercent une action, par rapport à ces corps, qui, sans être aussi forte que celle des acides, a son degré particulier d'énergie comme son importance parmi les métaux. Ceux qui sont acidifiables, et ceux dont les oxides ont de la tendance pour se combiner aux terres et aux alcalins, s'oxident facilement et promptement lorsqu'on les met en contact avec ces bases, plus une certaine quantité d'eau : alors celle-ci cède son oxigène à ces métaux, les brûle, et s'unit aux bases, qui, dans ce cas, agissent par une attraction disposante.

114. De là vient qu'il se dégage si souvent du gaz hidrogène quand on traite les métaux par des dissolutions alcalines, et sur-tout par l'ammoniaque. On voit ensuite les métaux passer à l'état d'oxides, et souvent s'unir aux alcalis, de

manière à former des espèces de sels où ils jouent le rôle d'acides.

115. On observe souvent que les dissolutions alcalines dissolvent les oxides métalliques, et forment avec eux des composés plus ou moins permanens. Quelquefois ces alcalis ont la propriété de désoxider en partie les oxides avant de les dissoudre ou de s'y unir. C'est pour cela qu'ajoutés à des dissolutions acides métalliques, ils changent la couleur des précipités, qu'ils redissolvent ensuite, et qu'on peut en séparer par une nouvelle addition d'acides.

116. L'ammoniaque a beaucoup plus de puissance pour décomposer les oxides en se décomposant elle-même, et j'ai dit ailleurs que c'étoit là un des moyens dont le cit. Berthollet s'étoit servi pour analyser l'ammoniaque, en séparant son hidrogène par l'oxigène des oxides, et en mettant son azote à nu. Quelquefois même, comme je l'ai découvert, la grande quantité d'oxigène qui est contenue dans certains oxides, et la facilité qu'il a pour s'en séparer en s'unissant en partie avec l'azote et l'ammoniaque, forme de l'acide nitrique; tandis que l'autre portion d'oxigène, combinée à l'hidrogène ammoniacal, forme de l'eau. Ce cas très-remarquable, opéré par des oxides très-décomposables, est absolument l'inverse de celui où un métal très-oxidable, en décomposant tout à la fois de l'acide nitrique et de l'eau, en absorbant tout leur oxigène, en unit les radicaux combustibles, l'azote et l'hidrogène, de manière à produire de l'ammoniaque.

117. Cette propriété de réduire les oxides, si marquée dans l'ammoniaque, et sensible aussi dans la potasse et dans la soude, pourra bien servir quelque jour à faire connaître les principes constituans des alcalis fixes, comme elle a servi à développer ceux de l'alcali volatil; mais les expériences qu'on a tentées jusqu'ici sur cela, et les résultats qu'elles ont fournis, n'ont point encore satisfait les chimistes, parce qu'elles n'ont point été faites avec l'exactitude qu'elles doivent avoir. On

s'est trop hâté d'en tirer des inductions sur la composition des alcalis fixes.

118. On retrouve la propriété désoxidante dans les terres alcalines très-sapides, la barite, la strontiane et la chaux : quand on emploie ces terres pour décomposer des sels métalliques acides, les précipités d'oxides métalliques qu'on en obtient prennent une couleur qui annonce une désoxidation commencée, et rétrogradent vers l'état de métaux. C'est à cette action qu'est due la préparation de l'oxide de cuivre calcaire, connu sous le nom de *cendre bleue*, dont on parlera à l'article du cuivre.

119. Il n'est pas vraisemblable que ce soit à une action pareille que sont dues l'extrême solidité et l'adhérence intime de molécules que contractent les terres qu'on mêle avec quelques oxides métalliques, et qui forment ainsi des ciments et ces mortiers durables et imperméables à l'eau, que l'on obtient dans beaucoup d'opérations, et dont la théorie n'a point encore occupé les chimistes, quoiqu'elle ait une si grande et si immédiate influence dans une foule d'arts importans.

120. Quoique ce que j'ai annoncé jusqu'ici prouve que les bases terreuses et alcalines ont plus d'attraction pour les acides que n'en ont les oxides métalliques, il faut cependant observer ici que quelquefois plusieurs de ces bases ont la propriété de s'unir en même temps à ces oxides et aux acides, sans les séparer, et de former par cette union des sels triples, dont le nombre est beaucoup plus considérable qu'on ne l'a cru, comme on le verra dans l'histoire de plusieurs métaux. L'ammoniaque et l'alumine sont, de toutes les bases salifiables, celles qui se prêtent le plus volontiers à ces espèces de surcompositions encore peu connues.

121. Enfin les bases alcalines et terres alcalines peuvent encore s'unir aux oxides métalliques en même temps que des corps combustibles, avec lesquels elles ont une assez forte attraction. C'est ainsi qu'on forme des hidrosulfures alcalins

et métalliques, en dissolvant les oxides dans des sulfures alcalins ou terreux liquides. On verra que l'on y parvient également en précipitant la plupart des dissolutions métalliques acides par les sulfures alcalins, et qu'en traitant plusieurs sulfures métalliques par les alcalis, on forme encore des combinaisons analogues, parmi lesquelles les antimoniaux sulfurés tiennent, ainsi qu'on le dira plus bas, le premier rang.

§. XII.

De l'action réciproque des métaux et des sels.

122. Les sels, qu'on nommait autrefois moyens ou neutres, ont été et sont encore employés souvent comme des agens très-énergiques pour altérer les métaux. En général leur action n'a lieu que très-faiblement et très-lentement à froid; mais elle est plus ou moins forte à chaud. On sent bien que, fondée sur le transport de l'oxigène dans les métaux, elle ne peut avoir lieu qu'avec les sels dont les acides sont décomposables, et que leur résultat doit être, d'une part, l'oxidation des métaux, et, de l'autre, l'union des oxides métalliques avec la base du sel. En parcourant les genres salins, je vais faire apprécier en quoi consiste cette action, et je noterai celle qu'exercent aussi quelquefois sur ces composés les oxides métalliques.

123. Les sulfates, chauffés fortement avec plusieurs métaux, ceux qui décomposent spécialement l'eau, et même seulement l'acide sulfurique à chaud, passent à l'état de sulfures qui s'unissent aux oxides métalliques formés par cette décomposition. L'antimoine, le zinc, le fer et l'étain ont sur-tout cette propriété. L'attraction de leurs oxides pour les sulfures alcalins et l'hidrosulfure entre pour beaucoup dans la cause de ce phénomène. Les oxides de ces métaux n'ont aucune action sur les sulfates. Les sulfites agissent bien moins, quoique d'une manière analogue, sur les métaux.

124. Les nitrates projetés dans des vaisseaux rouges de feu,

après les avoir mélangés d'abord avec la plupart des métaux en limaille fine, les enflamment plus ou moins vivement, souvent avec une simple scintillation, quelquefois avec une flamme éclatante, à cause de la fixation de l'oxigène devenant plus dense; il se forme ainsi des oxides métalliques au *maximum* d'oxidation, qui souvent se trouvent unis avec les bases des nitrates. Ceux des métaux qui sont acidifiables passent par là à l'état d'acides, et se combinent en sels avec les bases salifiables des nitrates. L'argent et l'or résistent seuls à cette action violente du nitre, qui est souvent employée pour se procurer promptement des oxides très-avancés. On conçoit aisément que les oxides métalliques n'éprouvent aucune altération de la part des nitrates, lorsqu'ils sont saturés d'oxigène. Les nitrites sont presque sans énergie sur les métaux, en comparaison des nitrates.

125. Les muriates n'agissent que très-faiblement sur les métaux, et n'en reçoivent réciproquement qu'une faible altération; cependant celui d'ammoniaque est facilement décomposé par tous les métaux bien dissolubles dans l'acide muriatique, ainsi que par les oxides métalliques, qui en dégagent encore plus rapidement l'ammoniaque. Les muriates alcalins paraissent aussi être en partie au moins décomposables par plusieurs de ces oxides; ce qui pourra devenir quelque jour de la plus grande importance pour les arts, et ce qui l'est déja par rapport au plomb et à l'argent, ainsi qu'on l'exposera plus en détail à l'article de ces métaux.

126. Les muriates suroxigénés sont les sels les plus actifs sur les métaux. On a vu ailleurs que ceux-ci brûlaient avec la rapidité et le brillant de l'éclair lorsqu'on les frappait sur une enclume, après les avoir mêlés avec deux ou trois fois leur poids de muriate suroxigéné de potasse. Un pareil mélange chauffé, s'enflamme et détone avec un éclat de lumière et une promptitude bien supérieures à ce qu'on voit par les nitrates. On obtient par ce procédé des oxides bien purs;

car on en sépare facilement et complétement, par le lavage dans l'eau, le muriate de potasse.

127. Les phosphates et les phosphites n'éprouvent aucune altération de la part des métaux, à quelque température qu'on les expose, et cela est en effet indiqué par les lois des attractions connues. Il en est de même des fluates, des borates et des carbonates. Aussi ces trois derniers genres de sels ne servent-ils jamais pour reconnaître la propriété des métaux.

128. Quoique les oxides métalliques aient en général moins d'attraction pour les acides que n'en ont les bases alcalines et terreuses, on voit cependant quelquefois ces oxides, chauffés avec des dissolutions salines, se dissoudre, se colorer, et se combiner si bien avec ces sels, que les cristaux qu'on en obtient ensuite par l'évaporation et le refroidissement, sont manifestement métallifères : telles sont spécialement les dissolutions des sels alumineux qui paraissent s'unir très-facilement aux oxides métalliques, et donner après cela des cristaux dans lesquels on trouve de véritables sels triples. Ces cas même sont beaucoup moins rares qu'on ne l'a cru jusqu'ici, et ils se multiplieront encore à mesure que les recherches s'étendront sur les matières salines.

ARTICLE II.

De l'arsenic et de ses acides.

§. I.

De l'arsenic métallique.

A. *Histoire.*

1. Depuis que les hommes fondent les mines, ils ont dû reconnaître la volatilité, l'odeur et les effets nuisibles de cette substance. Cependant l'arsenic n'est connu comme métal, et n'a été placé parmi les demi-métaux ou métaux cassans, que depuis le tiers du dix-huitième siècle, quoique Paracelse ait annoncé qu'on pouvait l'obtenir blanc et métalliforme, que Schroder ait fait, en 1649, mention d'un métal extrait de l'orpiment et de l'arsenic; car il faut noter ici que ce nom d'arsenic a long-temps été donné à l'oxide d'arsenic. Lémery avait aussi donné en 1675, un procédé qu'on pratique encore avec succès dans le mélange de l'alcali fixe et du savon avec cet oxide, pour en retirer ce qu'on nommait un *régule*. Les anciens connoissaient son oxide, son sulfure jaune et rouge sous les noms d'*arsenic*, de *sandaraque* et d'*orpiment*. Théophraste les avait placés parmi les pierres métalliques. On se contenta long-temps de le ranger parmi les substances sulfureuses, de le regarder comme un minéralisateur des métaux : Brandt, en 1733; Macquer, en 1746, firent voir que c'était un véritable métal qui avait des propriétés très-caractéristiques, très-différentes de tous les autres; Monnet confirma ces données par beaucoup de faits réunis, dans sa Dissertation, qui a remporté en 1773 le prix de l'Académie de Berlin. Macquer fit une découverte capitale en 1748, en examinant avec soin le résidu de la décomposition

du nitre par l'arsenic blanc ou l'oxide d'arsenic, et en trouvant ce qu'il nomma d'abord *sel neutre arsenical*; mais Schéele l'a beaucoup étendue en montrant, en 1775, que cet oxide se changeait en un acide puissant par l'action de l'acide nitrique, et confirma ainsi les idées de Beccher et de Kunckel, qui avaient regardé cet oxide comme une eau-forte coagulée. Bergman a réuni en 1777, dans une Dissertation, une grande partie des propriétés de ce métal, soit à l'état métallique, soit dans l'état d'oxide, soit à celui de mine. La doctrine française ou pneumatique a classé et éclairci singulièrement tous les faits relatifs aux propriétés de ce métal.

B. *Propriétés physiques.*

2. L'arsenic est en petites lames d'un gris noirâtre, brillantes et métalliques, blanchâtres, et d'un poli vif et éclatant dans ses cassures fraîches, d'une pesanteur que Bergman indique de 8,310, et le cit. Guyton de 5,763. Il est extrêmement fragile; le moindre effort le brise en petits fragmens : on le pulvérise aisément par la percussion, et on le réduit en poussière très-tenue, qui passe à travers les tamis de soie les plus fins. Il tient le dernier rang dans l'ordre de la dureté, suivant le cit. Guyton. Bergman le dit cependant plus dur que le cuivre. Souvent il est irisé à sa surface. On ne connaît pas sa fusibilité, parce qu'il se sublime avant de se fondre: c'est le plus volatil de tous les métaux; il se cristallise lorsqu'on le sublime lentement en tétraèdre régulier, et quelquefois en octaèdre. La première forme est celle de sa molécule intégrante. On ne lui connaît ni saveur, ni odeur bien sensibles quand il est froid; cependant il laisse sur les doigts une odeur métallique légère, et dans la bouche, une saveur âpre particulière qui est très-désagréable. Quand on le chauffe et quand il est en vapeur, il a une odeur d'ail fétide très-forte, et qui sert à le caractériser. On n'a estimé ni sa dilatabilité par le calorique, ni sa propriété conductrice du calorique et de l'électricité.

C. *Histoire naturelle.*

3. L'arsenic existe souvent natif dans les mines; il est en masses presque toujours noirâtres, peu brillantes, très-pesantes, n'offrant d'éclat métallique que dans leur fracture, qui souvent présente des couleurs irisées. Sa cassure est presque toujours écailleuse et conchoïde. On a confondu long-temps ce métal avec les mines de cobalt, aussi le nommait-on alors cobalt testacé. Il varie par sa couleur du gris foncé au noir, par sa forme lamelleuse, écailleuse, pulvérulente, par son état de dépôt, de stalactite, d'incrustation, de cristaux. Il se trouve souvent avec les mines de cobalt, de bismuth, de nickel, d'argent, en Saxe, en Hongrie, en Bohême, à Sainte-Marie. On le reconnaît surement, en en jetant quelques petits fragmens sur des charbons ardens; il se sublime sur-le-champ en fumée blanche, avec odeur d'ail.

4. Souvent la nature offre l'arsenic combiné avec d'autres métaux: on ne connaît encore bien dans ce genre de mine, que le *mispickel* ou pyrite arsenicale, qui est un véritable alliage de fer et d'arsenic sans soufre. Le fer y entre depuis la moitié jusqu'aux deux tiers, suivant Bergman, quoiqu'il ne soit point attirable à l'aimant. En chauffant cet alliage natif, l'arsenic se sublime, et le fer reste en partie réduit et devenu attirable. Cet alliage cristallise en cubes, dont souvent les angles sont tronqués.

5. Un troisième état très-fréquent de l'arsenic dans la nature, est celui de sa combinaison avec le soufre: elle présente deux variétés principales; l'une jaune, connue sous le nom d'*orpiment*; l'autre rouge, nommée *réalgar*. Elles sont quelquefois transparentes, et souvent opaques. Les jaunes affectent la forme lamelleuse, et les rouges la prismatique. On ne connaît pas encore bien la différence de ces deux composés, où l'arsenic paraît être peu oxidé; souvent ils prennent une forme pyramidale ou tétraédrique très-belle;

quelquefois, dans les amas de mines d'arsenic calcinées, on voit des pyramides de sulfure d'arsenic creuses, composées de filamens parallèles aux côtés : de sorte que la pyramide creuse triangulaire, souvent remplie de plus petites, produit le tétraèdre par d'autres pyramides progressivement décroissantes, et que huit tétraèdres disposés convenablement produisent l'octaèdre. Voilà, dit Bergman qui me fournit cette description, une cristallisation par la voie sèche, absolument semblable à celle que donnent, par la voie humide, le muriate de soude, le muriate de potasse, et peut-être tous les autres sels. On voit que cet habile chimiste avait entrevu les lois de décroissement, dont le citoyen Haüy s'est occupé avec tant de succès. Les sulfures d'arsenic jaune et rouge varient par la forme, la nuance de leur couleur. On les trouve dans un grand nombre de lieux ; ils se rencontrent sublimés dans le voisinage des volcans, sur-tout au Vésuve et à Quitto ; quelquefois le fer y est allié : alors leur couleur est pâle ou tourne même au blanc. Ces sulfures sont sublimables en entier.

6. Quelquefois l'arsenic se trouve dans la terre à l'état d'oxide blanc pur ou d'acide arsenieux, comme on le verra plus bas ; mais il est assez rare, et toujours en petite quantité dans cet état d'oxidation. Dans les pays déja indiqués, il est, ou en poussière, ou en efflorescences, ou en masses blanches déposées par couches, quelquefois transparentes, souvent mêlées de sulfure d'arsenic jaune ou rouge. On le reconnaît à ses vapeurs alliacées, lorsqu'on le jette sur le feu, à sa saveur âcre métallique, et à sa dissolubilité dans l'eau.

7. On ne connaît point encore dans la nature l'oxide d'arsenic uni à des acides, et l'on sait au contraire que ce métal, à l'état d'acide, est souvent lui-même le minéralisateur de plusieurs autres métaux.

D. *Travaux docimastiques et métallurgiques.*

8. Il n'y a rien de plus simple et de plus facile que l'essai des mines de ce métal, puisqu'il se borne à en reconnaître la présence par la fumée blanche, et l'odeur d'ail qu'elles présentent lorsqu'on les jette sur des charbons ardens. On ne fait jamais un véritable essai de ces mines pour les travaux métalliques.

9. En chimie, si l'on veut connaître la quantité de métal contenu dans un oxide d'arsenic natif, ou, ce qui revient au même, obtenir l'arsenic métallique de son oxide, on le mêle avec trois fois son poids de flux noir; on place ce mélange dans un creuset que l'on recouvre d'un autre, renversé, et luté de manière à ne donner aucun accès à l'air. On chauffe par degrés le creuset inférieur, jusqu'à le faire rougir, en défendant le supérieur de la chaleur et de la flamme, à l'aide d'une plaque de cuivre percée. Quand l'appareil est refroidi, on trouve dans le creuset supérieur une croûte d'arsenic métallique brillant et cristallisé, facile à détacher, dont on prend le poids, qu'on compare à celui de la mine, ou plutôt de l'oxide employé.

10. Bergman conseille, dans sa Dissertation sur la docimasie humide, d'essayer l'arsenic natif, en le dissolvant dans quatre parties d'acide nitro-muriatique, en concentrant la dissolution par l'évaporation, en précipitant le muriate d'arsenic formé par l'eau : la liqueur filtrée contient les autres métaux qui pouvaient exister dans la mine. S'il y a de l'argent, il se précipite le premier en muriate insoluble. On trouve souvent du fer dans la dissolution précipitée par l'eau.

11. Les sulfures d'arsenic doivent être traités par l'acide muriatique, en y ajoutant un peu d'acide nitrique pour séparer le soufre; on recueille, on lave et on pèse ce dernier; on peut précipiter aussi l'oxide d'arsenic par l'eau; on peut encore

en obtenir l'arsenic en métal, en y plongeant du zinc, après avoir ajouté de l'alcool à la dissolution muriatique arsenicale. S'il y a du fer, il reste dans la dissolution précipitée. On reconnaît, par cet essai, que les diverses proportions du soufre font varier la couleur des sulfures d'arsenic.

12. Quant à l'oxide natif de ce métal, son essai doit être fait également par l'acide muriatique, qui le dissout. Bergman recommande, avec raison, de n'employer l'acide du nitre qu'avec beaucoup de précaution dans les essais, parce qu'il fait passer facilement l'arsenic à l'état d'acide, qu'on ne peut plus ensuite précipiter par l'eau; il remarque même qu'il s'en forme toujours un peu, qui s'unit aux terres et aux oxides métalliques existant dans les mines d'arsenic, et dont il faudrait tenir compte dans une analyse docimastique exacte.

13. On ne traite point en grand les mines d'arsenic pour en obtenir le métal; ce n'est que dans le traitement de plusieurs autres mines, et spécialement dans celles de cobalt, que l'on retire deux produits, qui tous deux ont, dans le commerce, des noms et des usages souvent extrêmement dangereux. En Saxe et en Bohême, on recueille, en grillant les mines de cobalt, l'oxide d'arsenic ou un véritable acide arsenieux, qui se sublime et s'attache dans des canaux de planches horizontaux, longs et sinueux, dont les fourneaux sont recouverts. On vend cette matière sous le nom d'arsenic blanc.

14. On prépare aussi assez en grand des pains ou gâteaux d'arsenic métallique d'un gris noirâtre, composés de lames irrégulièrement arrangées, qui laissent un grand nombre de pores et de cavités, qui peut-être sont retirés en grand dans le traitement d'autres mines arsenicales, et qu'on débite chez les marchands sous le nom dangereux et trompeur de cobalt testacé, ou de *pierre* et de *poudre pour tuer les mouches*. Bergman, qui relève d'ailleurs cette expression erronée, se trompe lui-même en disant que cette substance ne tue les mouches que lorsqu'elle est en oxide. L'expérience de nos

campagnes, ou les assiettes que l'on en couvre avec de l'eau, que l'on place jusque sur les tables des salles à manger et qui sont bientôt remplies de mouches tuées, prouve que le métal lui-même, quoique indissoluble, est extrêmement vénéneux.

E. *De l'oxidabilité de l'arsenic par l'air.*

15. L'arsenic, à l'état métallique brillant et récemment préparé, s'altère promptement, même à froid, par le contact de l'air; il s'oxide à sa surface, devient d'abord jaunâtre, terne, sans éclat, et finit par passer au noir; il perd en même temps sa dureté, et devient extrêmement friable ou même pulvérulent.

16. Lorsqu'on le chauffe avec le contact de l'air, et surtout lorsqu'on le jette en poudre sur des charbons ardens, il brûle avec une flamme bleue, très-sensible; il répand une fumée d'une odeur forte d'ail pourri, et il se sublime en une masse blanche, âcre, soluble, qu'on a nommée oxide d'arsenic, et que je décrirai plus bas sous le nom d'acide arsenieux. le citoyen Guyton lui donne le septième rang d'oxidabilité, et le place après l'antimoine. Je le regarde comme une des matières métalliques les plus combustibles.

F. *Union avec les combustibles.*

17. On ne connaît point d'union entre l'arsenic, l'azote, le carbone et le diamant; on sait qu'il est dissoluble dans le gaz hidrogène, et qu'il lui donne une odeur fétide et une propriété vénéneuse. On a déterminé ses combinaisons avec le phosphore, le soufre et les métaux.

18. Quand on distille parties égales de phosphore et d'arsenic, en ménageant beaucoup le feu, on obtient un sublimé brillant, noirâtre, qui brûle sur les charbons avec l'odeur mixte de l'un et de l'autre de ces corps combustibles. Il reste un

résidu noir rempli de phosphore qu'il faut conserver sous l'eau, et qui est du phosphure d'arsenic. On peut faire encore cette combinaison sous l'eau et à la chaleur de l'ébullition dans un matras ; le phosphore s'unit à l'arsenic, à mesure qu'il se fond. On ne connaît point encore les caractères de ce phosphure d'arsenic.

19. On combine facilement l'arsenic avec le soufre par la fusion et par la sublimation ; il se forme alors un composé jaune ou rouge. Cette dernière couleur annonce que le métal y conserve sa nature métallique ; car, quand on oxide ce composé par l'action des acides, il passe au jaune. C'est une imitation parfaite du sulfure d'arsenic rouge natif ou du réalgar, qu'on a quelquefois nommé, à cause de sa couleur, *rubine d'arsenic*. Les sulfures alcalins dissolvent aussi facilement l'arsenic, qui n'y tient que faiblement, et que tous les autres métaux en séparent très-aisément. On ne connaît point l'hidrosulfure d'arsenic.

20. L'arsenic s'allie très-aisément avec la plupart des métaux. Comme c'est le premier métal qui est examiné individuellement ici, on ne doit traiter ses alliages que d'une manière générale, puisqu'on y reviendra à chacun des vingt métaux suivans. En s'unissant aux métaux ductiles, l'arsenic les rend cassans ; ceux qui sont difficiles à fondre deviennent bien plus fusibles par son addition, et ceux qui fondaient facilement deviennent réfractaires. Il blanchit les métaux jaunes et rouges ; il rend gris ceux qui sont blancs : il leur donne en général de l'aigreur et de la dureté, conséquemment une pesanteur spécifique plus considérable, et la propriété de se polir plus fortement qu'ils ne le pouvaient seuls. La nature l'offre assez souvent allié avec des métaux, et on le regarde en minéralogie comme un des plus fréquens minéralisateurs. Les métaux arseniqués perdent leur arsenic par l'action du feu ; mais ce métal volatil en entraîne une partie avec lui ; et les premiers en retiennent souvent opi-

niâtrément une portion qu'on n'en sépare qu'avec beaucoup de difficulté.

G. *Action sur l'eau et les oxides.*

21. L'arsenic ne décompose pas l'eau, malgré la tendance qu'il a pour l'oxigène ; et l'on voit, au contraire, son oxide décomposé à chaud par l'hidrogène et les corps hidrogénés. Le calorique ne favorise pas la décomposition de l'eau par ce métal.

22. Il enlève l'oxigène à l'oxide d'azote, et se convertit, soit en acide arsenieux, soit en acide arsenique par l'action du gaz nitreux long-temps continuée. Il faut rappeler ici que l'oxide d'azote, en se formant, absorbe une portion de calorique qui relâche le lien d'union entre l'azote et l'oxigène, et que c'est pour cela que le gaz nitreux est plus décomposable que l'acide nitrique, et est le premier décomposé par les corps combustibles dans l'acide nitreux, dont il fait partie constituante, comme on l'a dit dans l'histoire des acides du nitre.

23. On n'a pas apprécié l'action de l'arsenic sur les oxides de phosphore et de soufre ; il paraît cependant qu'elle est nulle, puisque le phosphore et le soufre tendent toujours à désoxigéner les oxides et acides de l'arsenic, comme on le verra.

24. L'arsenic décompose plusieurs oxides métalliques, soit par la voie sèche, soit par la voie humide. En général, ceux qui tiennent peu à l'oxigène, et sur-tout qui ne l'ont point absorbé solide, sont susceptibles de brûler avec activité, et même avec flamme, l'arsenic, lorsqu'on le chauffe avec ces oxides. On reviendra sur ce phénomène dans l'histoire de plusieurs des métaux suivans. Il ne produit point cet effet sur le manganèse, le zinc, l'étain et le fer, puisque ces métaux décomposent ses propres oxides acidifiés, comme on le dira bientôt.

H. *Action de l'arsenic sur les acides, et des acides sur l'arsenic.*

25. En général, il n'y a que les acide faciles à décomposer qui paraissent susceptibles d'agir sur l'arsenic, de lui céder de l'oxigène. Peu d'entre eux peuvent le tenir en dissolution, à cause de la nature acide qu'il prend par son oxidation; aussi se précipite-t-il toujours en poudre blanche de ses dissolutions. La plupart des acides, en agissant plus ou moins fortement sur l'arsenic, le convertissent en acide arsenique, ou au moins en acide arsenieux; et il a alors beaucoup plus de tendance pour s'unir aux alcalis, que pour se combiner avec les acides : aussi se sépare-t-il de ces derniers, ou même ne s'y unit-il pas. Si donc on obtient quelques dissolutions d'arsenic, elles sont toujours avec excès d'acide, peu chargées d'oxide; elles sont très-peu permanentes; elles se troublent par l'évaporation ou par la simple addition de l'eau.

26. L'acide sulfurique concentré n'attaque point l'arsenic à froid; quand on le fait bouillir sur ce métal en poudre ou en petites parcelles, il se fait une effervescence; il se dégage du gaz acide sulfureux; l'arsenic s'oxide et reste au fond du vase en poudre blanche, qui ne retient que peu d'acide sulfurique; le lavage avec l'eau emporte presque tout ce dernier, et n'enlève que très-peu d'arsenic. Il n'y a pas de véritable sulfate d'arsenic; on n'obtient point de cristaux de cette dissolution; en la faisant évaporer, il s'en précipite de l'acide arsenieux, et l'acide sulfurique se trouve pur au-dessus. Il n'y a pas d'action entre l'acide sulfureux et l'arsenic.

27. L'acide nitrique concentré attaque avec beaucoup de vivacité l'arsenic en poudre, ou plutôt celui-ci décompose rapidement l'acide nitrique; il se dégage du gaz nitreux, et, à la fin, du gaz azote. L'arsenic est changé en poudre blanche

beaucoup plus pesante que n'était d'abord le métal. C'est d'abord de l'acide arsenieux qui peut passer à l'état d'acide arsenique, si l'on fait agir une nouvelle quantité d'acide nitrique sur lui ; quelquefois même, lorsqu'on a pris d'abord une grande quantité de cet acide, si l'on aide son action par la chaleur, le métal devient promptement acide arsenique ; il ne reste point d'oxide dans l'acide surnageant, et il n'y a point de nitrate d'arsenic. Les chimistes qui en ont parlé ont obtenu une dissolution d'acide arsenique : aussi ont-ils dit que les alcalis ne la précipitaient pas. L'acide nitreux opère encore plus vîte cet effet acidifiant sur l'arsenic.

28. Il n'y a pas d'action sensible entre les acides phosphoreux et phosphorique et l'arsenic. A l'aide d'une haute température continuée quelque temps, un peu d'arsenic est oxidé, mais encore faiblement, et presque d'une manière insensible : il en est de même de l'acide carbonique.

29. L'acide muriatique n'a aucune action à froid sur l'arsenic ; quand on le fait bouillir, il le dissout sensiblement, et il se dégage un gaz fétide qui paraît être du gaz hidrogène arsenié : l'acide muriatique rend donc l'eau décomposable par l'arsenic. Bergman a remarqué que cet acide était le meilleur dissolvant du métal dont je traite : aussi l'a-t-il recommandé pour les essais de ses mines. Un peu d'acide nitrique ajouté rend sa dissolution plus prompte : cette dissolution, chauffée et épaissie d'abord dans des vaisseaux fermés, se sublime toute entière en un liquide épais qu'on nommait autrefois beurre d'arsenic. Elle se décompose par l'eau seule, qui en sépare l'acide arsenieux. Ce n'est donc qu'un muriate d'arsenic passager, qu'on ne peut pas assimiler à un véritable sel métallique.

30. L'acide muriatique oxigéné agit avec beaucoup plus de force et de rapidité sur l'arsenic. Ce métal, jeté en poudre dans du gaz acide muriatique oxigéné, s'enflamme à l'instant, et brûle avec une flamme blanche et très-brillante ; il se trouve

ensuite à l'état d'acide arsenieux. Si on y ajoute de l'acide muriatique oxigéné liquide, il passe promptement à l'état d'acide arsenique, tandis que le premier redevient acide muriatique ordinaire. On opère la même acidification en versant de l'acide muriatique oxigéné dans la dissolution d'arsenic par l'acide muriatique ordinaire.

31. L'acide fluorique et l'acide boracique n'ont absolument aucune action sur l'arsenic. On verra plus bas comment il se comporte avec les acides métalliques, et même avec son propre acide arsenique.

I. *Action des bases et des sels sur l'arsenic.*

32. Aucune base terreuse et alcaline n'a d'action réelle sur l'arsenic et n'en opère une oxigénation par l'eau, à moins qu'on ne fasse long-temps bouillir ce métal en poudre fine dans une grande quantité de dissolution alcaline. L'ammoniaque n'agit pas mieux sur ce métal.

33. Les sulfates ne sont point décomposés par l'arsenic; la chaleur qu'il faudrait employer pour favoriser cette décomposition est supérieure à celle qui volatilise ce métal : à plus forte raison ne fait-il éprouver aucune altération aux sulfites.

34. Les nitrates brûlent l'arsenic et détonent avec lui. Ils le convertissent en acide arsenique par la grande dose d'oxigène qu'ils y portent; et cet acide, s'unissant aux bases des nitrates, forme des arseniates qui restent au fond des vases où l'on a fait cette opération.

35. Il n'y a nulle action, nulle combinaison et nulle décomposition connue entre l'arsenic et les muriates. Les muriates suroxigénés, au contraire, en ont une considérable sur ce métal. Lorsqu'on a mêlé trois parties de muriate suroxigéné de potasse avec une partie d'arsenic en poudre fine, mélange qu'il faut faire avec beaucoup de précaution, et sans frotter beaucoup ou comprimer les matières, de peur qu'il

ne s'enflamme et ne détone spontanément ; si on en frappe avec un marteau de petites portions placées sur une enclume ou enfermées dans un double papier, il se produit une fulmination considérable, accompagnée de flamme. Si on approche du même mélange un corps en combustion, il s'allume et brûle avec une excessive rapidité. Jeté sur de l'acide sulfurique concentré, il exhale à l'instant du contact une flamme qui s'élève dans l'air, qui passe comme l'éclair, et qui est si brillante, qu'elle blesse les yeux.

36. On ne connaît aucune action sur l'arsenic de la part des phosphates, qui n'éprouvent eux-mêmes aucune altération. Les phosphites chauffés avec ce métal donnent un peu de phosphure d'arsenic.

37. Les fluates, les borates et les carbonates n'agissent en aucune manière sur lui ; quand on le chauffe avec le borax au chalumeau, il se volatilise, brûle, et ne reste point fixé dans le globule vitreux formé par ce sel.

K. *Usages de l'arsenic.*

38. L'arsenic, sous la forme métallique, et tel qu'il a été décrit dans ce paragraphe, n'est que peu d'usage, excepté dans les laboratoires de chimie, où l'on s'occupe de plusieurs expériences, de recherches et de démonstrations.

39. Comme on l'emploie quelquefois dans le monde pour tuer les mouches, il faut mettre beaucoup de prudence dans cet emploi ; car cette substance, vendue sous le nom de *cobalt testacé* ou de *poudre aux mouches*, est très-dangereuse pour tous les animaux, malgré l'opinion contraire de quelques chimistes. On verra plus bas quels sont ses contre-poisons.

40. Dans quelques ateliers on l'allie à plusieurs métaux pour les blanchir et les durcir ; le cuivre blanc est souvent un alliage de cette nature. On en parlera dans l'histoire des autres matières métalliques ; il est seulement important de

remarquer ici que, si de pareils alliages peuvent être utiles dans quelques cas, il ne faut jamais se permettre de les faire servir pour les alimens, les boissons ou les médicamens

§. II.

Des acides arsenieux et arsenique.

ESPÈCE I. *Acide arsenieux.*

1. J'ai le premier nommé, il y a quelques années, acide arsenieux, la substance que l'on désigne dans le commerce par le nom d'*arsenic blanc*, et que l'on avait appelé oxide d'arsenic dans la nomenclature méthodique de chimie. Les propriétés manifestement, quoique faiblement acides de ce prétendu oxide, déja rapproché des corps acidifiés par quelques chimistes anciens, m'y ont engagé, ainsi que l'avantage d'en comparer les propriétés dans l'histoire de l'arsenic et de l'acide arsenique à celles des acides phosphoreux et sulfureux dans l'histoire du phosphore, du soufre, et des acides phosphorique et sulfurique.

2. Cet acide existe fréquemment, sinon très-abondamment dans la nature; on le connaît, et je l'ai déja indiqué moi-même parmi les mines arsenicales, sous le nom d'*oxide natif* d'arsenic : on l'obtient en grand, et sublimé, dans le travail de plusieurs mines, et sur-tout de celles de cobalt. On le prépare en chauffant, en brûlant l'arsenic dans des appareils sublimatoires où l'air a de l'accès : c'est encore lui qu'on fait lorsqu'on croit oxider simplement l'arsenic par les acides sulfurique, nitrique, muriatique, et muriatique oxigéné; enfin c'est cet acide faible qui résulte de toutes les circonstances où l'on oxide en blanc l'arsenic : de sorte qu'il n'y a de véritable oxide de ce métal que celui qui est noir.

3. Les caractères acides de ce corps brûlé sont la saveur âpre et la propriété caustique et vénéneuse, celle de rougir les couleurs bleues faibles, de précipiter les sulfures alcalins et terreux, de se dissoudre dans l'eau, de s'unir aux alcalis et aux terres; et, comme acide faible *vénéneux*, il est volatil, moins dissoluble que l'acide arsenique; ses sels sont beaucoup plus décomposables que ceux de ce dernier: on connaîtra mieux encore ses différences et ses variations en étudiant ici ses véritables propriétés.

4. L'acide arsenieux est très-volatil: quand on le chauffe lentement dans des vaisseaux fermés, il se sublime en cristaux tétraédriques réguliers, et transparens comme du verre. Souvent les tétraèdres ont leurs angles tronqués. Il forme des couches denses, demi-transparentes dans les cheminées où on traite les mines de cobalt, lorsqu'il n'est qu'en poussière ou en petites aiguilles: on le nommait autrefois *fleurs d'arsenic*. Cet acide est d'une âcreté et d'une causticité si terribles, qu'il ronge et corrode les organes des animaux: c'est le plus terrible poison qui soit connu. Sa pesanteur spécifique est moindre que celle de l'arsenic; il pèse entre 4,000 et 5,000: l'oxigène qui y est combiné tient donc les molécules de l'arsenic plus écartées que dans leur état métallique; il rougit les couleurs bleues végétales les plus sensibles et les plus altérables, quoiqu'il verdisse le sirop violat; il devient opaque à l'air, et se couvre d'une légère efflorescence.

5. L'acide arsenieux est très-facilement altérable par l'hidrogène, le carbone, le phosphore et le soufre; les deux premiers lui enlèvent son oxigène à la chaleur rouge, et le font repasser à l'état d'arsenic, en formant l'un de l'eau, l'autre de l'acide carbonique. Le phosphore et le soufre deviennent en partie acides, et constituent en partie avec l'arsenic, qu'ils rétablissent à l'état métallique, du phosphure ou du sulfure arsenical. C'est pour cela que Margraff et Pelletier, qui se sont occupés spécialement des phosphures métalliques,

ont dit qu'on pouvait les faire avec l'arsenic blanc ou acide arsenieux.

6. L'eau dissout assez facilement l'acide arsenieux ; il n'en faut que quatre-vingts parties à dix degrés pour en dissoudre une partie ; la chaude en dissout plus que la froide, puisque quinze parties d'eau bouillante suffisent pour une de cet acide : aussi la dissolution cristallise-t-elle.

Par le refroidissement, mais beaucoup mieux par l'évaporation lente, on en obtient des tétraèdres réguliers. Cette dissolution est très-âcre, rougit les couleurs bleues, s'unit aux bases terreuses, décompose les sulfures alcalins, et donne avec eux un précipité jaune, où l'arsenic se rapproche de l'état métallique. Il y a même quelques métaux qui agissent sur cette dissolution, et qui tendent à en décomposer l'acide, de manière à y former un précipité noirâtre, voisin de l'état d'arsenic.

7. Il n'y a entre les acides et celui-ci qu'une action très-opposée à celle qu'ils exercent sur le métal ; l'acide sulfurique bouillant dissout un peu d'acide arsenieux, qui se précipite par le refroidissement ; l'acide nitrique, sans le dissoudre, se décompose à l'aide de la chaleur, et change l'acide arsenieux en acide arsenique. Les acides phosphorique et carbonique n'agissent pas sur l'acide arsenieux ; cependant cet acide entre en combinaison vitreuse avec l'acide phosphorique et l'acide boracique. L'acide muriatique le dissout à chaud, et forme avec lui une combinaison volatile que l'eau précipite : l'acide muriatique oxigéné le convertit en acide arsenique.

8. L'acide arsenieux se combine avec les bases terreuses et alcalines ; les premières forment avec lui des arsenites peu dissolubles : voilà pourquoi sa dissolution est précipitée par celles de barite de strontiane et de chaux. Les alcalis fixes forment des arsenites épais, qui ne cristallisent point, qui sont décomposables par le feu, dont le calorique volatilise l'acide arsenieux, et dont tous les acides le précipitent

sous la forme pulvérulente. On nommait autrefois ces combinaisons salines des *foies d'arsenic*, parce qu'on les comparait aux composés de soufre et d'alcalis. On n'a encore que peu examiné les arsenites terreux et alcalins. Ce qu'on en sait suffit seulement pour les distinguer des arseniates, ou des composés résultant de l'union de l'acide arsenique avec les mêmes bases.

9. Il existe encore un autre genre de combinaison entre l'acide arsenieux et les terres : ce sont celles que l'on forme en le faisant entrer dans la vitrification. Quoiqu'une partie de cet acide volatil se sublime avant la fusion du verre, il en reste une autre partie fixée dans la substance vitrifiée, et qui lui donne de la transparence, une densité homogène, une pesanteur assez grande ; il paraît même qu'il y a dans les verres arseniqués une sorte de sel triple, puisque les alcalis et le sable entrent en combinaison intime au moment de la fusion, et restent ensuite intimement unis.

10. Si l'on excepte les nitrates et les muriates oxigénés, les autres sels n'ont que peu d'action sur l'acide arsenieux ; il ne fait rien sur les sulfates, les muriates et les fluates ; il ne décompose qu'à l'aide de la chaleur les carbonates, dont il chasse l'acide avec effervescence, pour s'unir à leurs bases ; il ne chasse et ne précipite que difficilement l'acide des borates. Il faut cependant remarquer qu'en chauffant le muriate de soude avec l'acide arsenieux, il se dégage une portion de son acide muriatique.

11. Mais les nitrates, et le muriate suroxigéné de potasse agissent d'une manière très-remarquable sur l'acide arsenieux, en décomposant les premiers de manière à en dégager l'acide nitreux, ou de la vapeur nitreuse, très-difficile à coercer, comme l'avait observé, il y a long-temps, Kunckel ; il absorbe une partie de son oxigène ; il passe à l'état d'acide arsenique, et il laisse dans les vases distillatoires des arseniates. Le

même phénomène a lieu lorsqu'on fait détoner l'acide arsenieux avec les nitrates; car il est encore assez combustible pour opérer une détonation, sans étincelles, à la vérité, mais avec mouvement et effervescence, et il reste au fond des creusets de véritables arseniates. C'était ainsi que les chimistes préparaient autrefois l'*arsenic fixe*, qui était de l'arseniate acidule de potasse, dont il sera question plus bas. Le muriate suroxigéné de potasse donne aussi pour résultat, en brûlant complétement l'acide arsenieux, sa conversion en acide arsenique, qui peut décomposer, à l'aide du feu, le muriate de potasse restant.

12. Les usages de l'acide arsenieux sont assez multipliés dans les arts, sous le nom d'arsenic ou d'arsenic blanc; on l'emploie dans un grand nombre de cas, où il se réduit et agit en métal : ce qui sera indiqué par la suite. Quelques médecins ont osé employer ce terrible acide comme médicament, et assurent en avoir obtenu un très-grand effet; mais il est toujours beaucoup plus à craindre comme poison, qu'à estimer comme remède. Les eaux chargées de gaz hidrogène sulfuré sont un des meilleurs contre-poisons que l'on puisse administrer contre les effets de ce dangereux corps. Les sulfures alcalins dissous dans l'eau ont beaucoup de succès. Au moment même de l'empoisonnement arsenical, les boissons douces et fades, le lait, les graisses, les huiles, sont quelquefois plus dangereuses qu'utiles, parce qu'elles enveloppent et fixent en quelque sorte l'acide arsenieux sur l'estomac.

ESPÈCE II. *Acide arsenique.*

1. Quoique Macquer ait le premier reconnu les combinaisons de cet acide, différentes de celles du précédent, ce n'est qu'en 1775 que Schéele a découvert la formation artificielle de l'acide arsenique, en distillant de l'acide nitrique sur une dissolution muriatique d'acide arsenieux, qu'il croyait être dans

l'oxide d'arsenic. C'est cet habile suédois qui a décrit le premier les propriétés remarquables de cet acide. Il l'a encore préparé en traitant l'acide arsenieux par l'acide muriatique oxigéné; Bergman a ajouté plusieurs faits utiles à cette découverte. La doctrine pneumatique a prouvé aux chimistes français, que, dans cette conversion en acide plus puissant, l'acide arsenieux enlevait de l'oxigène au nitre ou à l'acide nitrique, et à l'acide muriatique oxigéné. Pelletier, en examinant plusieurs propriétés de cet acide, a trouvé qu'en décomposant le nitrate d'ammoniaque par l'acide arsenieux, et en poussant ensuite au feu, jusqu'à dégager l'ammoniaque, l'acide arsenique restait seul et pur au fond du vase distillatoire.

2. On prépare l'acide arsenique, soit en distillant six parties d'acide nitrique concentré sur l'acide arsenieux, soit en chauffant l'acide nitrique concentré sur deux fois son poids de dissolution muriatique d'acide arsenieux, soit en dissolvant ce dernier dans l'acide muriatique oxigéné liquide, soit en recevant celui-ci sous la forme de gaz, dans la dissolution d'acide arsenieux. Dans tous les cas, on obtient un acide qui ne cristallise point, qui a une saveur aigre et caustique, métallique épouvantable, qui est fixé au feu et plutôt fusible en verre que volatil, qui rougit même le sirop de violette, et qui a des attractions beaucoup plus fortes que l'acide arsenieux. Sa pesanteur spécifique est de 3,391.

3. Lorsqu'on chauffe cet acide dans une cornue ou dans un creuset, il se fond tranquillement; il attaque le verre de la cornue ou la terre du creuset; il reste transparent et pur à une très-haute température; il donne un peu de gaz oxigène, et repasse en partie à l'état d'acide arsenieux. La lumière vive favorise aussi cette désacidification; et elle a spécialement lieu lorsqu'on chauffe fortement dans un vaisseau transparent cet acide puissant et caustique. Lorsque l'acide arsenique contient un peu d'acide arsenieux, on en sépare le

dernier par l'action du feu, comme on fait pour les acides sulfureux et nitreux, unis aux acides sulfurique et nitrique.

4. Exposé à l'air, il en attire promptement l'humidité ; il est entièrement et complétement déliquescent : il absorbe aussi les deux tiers de son poids d'eau atmosphérique, quantité suffisante pour le tenir en dissolution.

5. En chauffant l'acide arsenique avec des corps combustibles, quels qu'ils soient, ils le décomposent, lui enlèvent son oxigène, le font repasser à l'état d'acide arsenieux, et de-là à celui d'arsenic. Aussi le gaz hidrogène reçu dans une dissolution de cet acide, a-t-il cette propriété assez marquée pour précipiter sa dissolution ; à plus forte raison cela doit-il arriver avec le gaz hidrogène sulfuré, l'eau qui en est chargée, les sulfures alcalins. Le carbone, le phosphore, le soufre, la plupart des métaux produisent le même effet, soit en les aidant par le calorique, soit même par le simple contact, comme on l'observe pour plusieurs de ces derniers : chauffé dans une cornue avec du charbon, l'acide arsenique enflamme celui-ci, et passe à l'état métallique. Le soufre chauffé avec l'acide arsenique se boursoufle, passe en partie en gaz acide sulfureux, et se sublime en partie en sulfure rouge d'arsenic ; chauffé avec du phosphore, il en change une portion en acide phosphorique ; et, devenu arsenic, il s'unit à une autre portion de phosphore, avec laquelle il forme du phosphure d'arsenic qui se sublime. L'arsenic ou le métal lui-même, chauffé avec l'acide arsenique, le dépouille d'une partie de son oxigène ; et les deux corps, unis réciproquement en équilibre d'oxidation, passent ensemble à l'état commun et uniforme d'acide arsenieux.

6. L'acide arsenique est beaucoup plus dissoluble dans l'eau que l'acide arsenieux ; il ne lui faut que trois ou quatre parties d'eau pour être bien dissous et bien fluide ; il n'est cristallisable par aucun moyen ; et lorsqu'on l'évapore, il prend une consistance épaisse et comme mielleuse. Il n'agit

point à froid sur les oxides, qui le décomposent à grand feu; il s'unit à plusieurs oxides métalliques, comme on le dira plus en détail dans les articles suivans.

7. Aucun acide n'a d'action sur l'acide arsenique; si quelques-uns le dissolvent à l'aide de leur eau et de leur état liquide, ils ne lui font éprouver aucune altération. L'acide boracique et l'acide phosphorique entrent avec lui en vitrification à l'aide du feu, mais sans changer réciproquement de nature. L'acide phosphoreux, chauffé sur l'acide arsenique pendant quelque temps, se sature d'oxigène et devient de l'acide phosphorique.

8. L'acide arsenique se combine avec toutes les bases terreuses et alcalines, et forme des sels très-différens de ceux que fournit l'acide arsenieux. Tous les arseniates terreux et alcalins sont décomposables par le charbon, qui, par la chaleur, en sépare de l'arsenic. L'arseniate de barite est indissoluble, incristallisable, dissoluble dans un excès de son acide, décomposable par l'acide sulfurique, qui en précipite du sulfate de barite. On ne connaît pas l'arseniate de strontiane, qui est certainement analogue à celui de barite.

9. Versé dans de l'eau de chaux, l'acide arsenieux y forme un précipité d'arseniate de chaux dissoluble dans un excès de sa base ou dans un excès de son acide, quoiqu'il soit indissoluble seul. L'arseniate acidule de chaux donne, par l'évaporation, de petits cristaux décomposables par l'acide sulfurique. On fait le même sel avec le carbonate de chaux jeté dans la dissolution d'acide arsenique. Cet acide ne décompose point le nitrate et le muriate de chaux, tandis que les arseniates alcalins saturés les décomposent par une double attraction, et en précipitent de l'arseniate calcaire insoluble.

10. Quand on sature l'acide arsenique de magnésie, il se forme une matière épaisse vers le point de saturation. Cet arseniate magnésien est dissoluble dans un excès d'acide; il prend, sans cristalliser, la forme de gelée par l'évaporation.

L'acide arsenique ne décompose ni le sulfate, ni le nitrate, ni le muriate de magnésie ; il n'y a que les arseniates alcalins saturés qui opèrent cette décomposition.

11. L'acide arsenique saturé de potasse ne cristallise pas : évaporé à siccité, l'arseniate de potasse attire l'humidité de l'air, verdit le sirop de violette sans altérer la teinture de tournesol. Ce sel se fond en verre blanc ; le contact de la silice et de l'alumine du creuset à un grand feu le fait passer à l'état acidule, dont je parlerai tout à l'heure. Il se boursoufle fortement et donne de l'arsenic bien sublimé quand on le fait rougir avec du charbon dans des vaisseaux fermés ; il est décomposé par l'acide sulfurique, qui en dégage l'acide arsenique : cette décomposition n'est pas sensible par la voie humide, parce que l'acide arsenique ne se sépare pas solide, et reste en dissolution ; mais on trouve du sulfate de potasse et ce dernier acide dans l'eau-mère, en évaporant les liqueurs. L'arseniate de potasse décompose les sels à base de chaux et de magnésie, en formant dans leur dissolution des précipités d'arseniate calcaire ou magnésien.

12. Si l'on ajoute au sel précédent de l'acide arsenique jusqu'à ce qu'il ne change plus la couleur des violettes, il rougit celle du tournesol ; il donne des cristaux très-réguliers et très-transparens en prismes quadrangulaires, terminés par deux pyramides tétraèdres, dont les angles répondent à ceux des prismes : c'est le *sel neutre arsenical* de Macquer. C'est celui que l'on obtient en décomposant le nitrate de potasse par l'acide arsenieux à parties égales ; il doit être nommé, pour le distinguer du précédent, arseniate acidule de potasse : il en diffère, non seulement par sa cristallisabilité, sa forme, mais encore parce qu'il ne décompose pas les sels calcaires et magnésiens, comme le précédent ; parce qu'il rougit les couleurs bleues ; parce qu'il peut absorber une nouvelle dose de potasse pour passer à l'état neutre. Ces deux sels, comme tous les suivans, sont décomposés par la barite, la strontiane, la chaux et la magnésie.

13. L'acide arsenique, uni à la soude jusqu'à saturation, forme un sel qui cristallise comme le précédent : Schéele comparait déja ce sel à l'arseniate acidule de potasse. Pelletier dit que l'arseniate de soude cristallise en prismes hexaèdres, terminés par des plans perpendiculaires à leur axe. Au reste, ce sel se comporte comme l'arseniate de potasse dans sa décomposition par le charbon, par les acides, par les terres. Si on y ajoute de l'acide arsenique, Schéele remarque qu'au lieu de cristalliser, il devient déliquescent : c'est une propriété absolument inverse de celle de l'arseniate de potasse.

14. Combiné à l'ammoniaque, l'acide arsenique forme un sel qui donne des solides rhomboïdaux analogues aux cristaux de nitrate de soude. L'arseniate d'ammoniaque, qui est aussi le produit du nitrate d'ammoniaque décomposé par l'acide arsenieux, est décomposable de deux manières par l'action du calorique. Si on l'échauffe doucement, l'ammoniaque s'en dégage, et l'acide arsenique reste pur. Si on l'expose à un feu violent et rapide, une partie de l'alcali volatil et de l'acide se décomposent réciproquement; il se forme de l'eau; il se dégage du gaz azote, et il se sublime de l'arsenic brillant. La barite, la strontiane, la chaux, les deux alcalis décomposent l'arseniate d'ammoniaque, en dégagent l'ammoniaque, et s'emparent de son acide. La magnésie le décompose en partie, et fait un sel triple avec une portion de ce sel.

15. L'acide arsenique saturé d'alumine forme une dissolution épaisse, qui, évaporée à siccité, donne un sel insoluble dans l'eau, et décomposable par les acides sulfurique, nitrique et muriatique, ainsi que par toutes les bases terreuses et alcalines. Aussi l'acide arsenique ne précipite-t-il aucun des sels alumineux formés par ces acides. L'acide arsenique dissout facilement, par sa fusion, l'alumine des creusets; il attaque aussi la silice, mais n'y opère aucun changement par la voie humide. On ne connaît pas la combinaison de cet acide avec la zircone.

16. A un grand feu, l'acide arsenique décompose les sulfates alcalins et terreux, même le sulfate de barite; l'acide sulfurique est dégagé en vapeur; il reste dans la cornue des arseniates; il agit de même sur les nitrates, dont il dégage l'acide pur; il décompose encore à une haute température les muriates, en dégage l'acide muriatique gazeux; il s'unit à leurs bases, qu'il sature : ce que ne peut pas faire l'acide arsenieux, trop volatil pour produire cet effet. Il agit de même sur les fluates, et bien plus facilement sur les carbonates, avec lesquels il fait une vive effervescence à l'aide de la chaleur; il est sans action sur les phosphates, et il précipite à chaud l'acide boracique des borates dissous.

17. On ne connaît point encore la proportion des principes de l'acide arsenique; on n'a point déterminé ses quantités respectives d'arsenic et d'oxigène, non plus que celles qui composent l'acide arsenieux. Tout annonce cependant que le premier contient au moins un sixième de son poids d'oxigène, tandis que l'acide arsenieux n'en contient peut-être pas un douzième.

18. L'acide arsenique n'est encore d'aucun usage dans les arts, au moins immédiatement : on verra par la suite qu'il fait partie de certaines compositions pour la teinture; il est aussi un des acides minéralisateurs que la nature a combinés avec quelques oxides métalliques. On le prépare en chimie pour les expériences et les démonstrations de cette science. Quand on l'aura mieux étudié, il sera vraisemblablement très-utile aux manufactures.

ARTICLE III.

Du tungstène et de son acide.

§. Ier.

Du tungstène métal.

A. *Histoire.*

1. Quoique Schéele soit le premier chimiste qui ait reconnu et annoncé la nature métallique du tungstène (nom donné d'abord à un minéral blanc, très-transparent, qui contient le métal acidifié uni à la chaux, et qu'on a transporté ensuite au métal qu'on en retire); quoique Bergman, à la même époque de 1781, ait confirmé la découverte de Schéele sur ce métal, on ne doit rapporter la première connaissance de ses propriétés métalliques qu'à MM. d'Elhuyar, chimistes espagnols, qui, ayant retrouvé le même métal dans ce qu'on nommait le *wolfram*, l'ont obtenu assez bien réduit pour en déduire quelques-uns des caractères. Depuis eux, M. Angulo a répété leurs expériences et obtenu les mêmes résultats à Dijon, dans le laboratoire de l'Académie.

B. *Propriétés physiques.*

2. Le métal qu'ils ont retiré jusqu'ici, ou le tungstène, était en un bouton composé de beaucoup de petits globules très-friables, d'une couleur grise d'acier; il pesait 17,6 : ainsi il est entre le mercure et l'or pour sa pesanteur. Il était si difficile à fondre, qu'on l'a même trouvé au-dessus du manganèse par cette propriété, et conséquemment le plus infusible des métaux avec le platine. Le citoyen Guyton lui donne le cinquième rang pour la dureté; il le place à côté du zinc, et alors il est, suivant lui, moins cassant que le bismuth.

C. *Histoire naturelle.*

3. On ne le connaît encore ni natif, ni allié, ni combiné avec des combustibles, ni uni à des acides; on ne l'a encore trouvé que dans l'état acide combiné avec la chaux, le fer et le manganèse, et le plomb.

4. La première de ces combinaisons est le *tungstène* des Suédois; la seconde était nommée *wolfram*; et la troisième, mine de plomb *jaune* ou *plomb jaune*. Il est plus naturel d'en parler avec quelques détails à l'histoire de l'acide tunstique lui-même, beaucoup plus avancée que celle du métal qui en fait le radical, et à celle du fer et du plomb.

D. *Essai et métallurgie des mines de tungstène.*

5. On fait moins un essai de ces mines pour en connaître le métal, que pour s'assurer de la présence de son acide, parce qu'on a plus l'intention de retirer celui-ci que d'obtenir celui-là. Aussi l'on se contente de traiter le minéral soupçonné tunstate de chaux natif, par l'acide nitrique et l'acide muriatique : ces acides, chauffés plus ou moins sur cette substance, la convertissent en jaune, si elle contient l'acide tunstique; et c'est à cette simple opération, qui n'est vraiment qu'un caractère minéralogique, que se borne la docimasie de cette mine.

6. Il n'y a point encore de travaux métallurgiques sur les mines de tungstène : quoique quelques-unes soient déja trouvées assez abondamment dans la nature, on n'a encore rien entrepris, ni sur l'art d'en tirer en grand le métal, opération qui serait très-difficile à cause de son extrême infusibilité, ni sur celui d'en préparer ou d'en extraire quelque matière utile.

7. Dans les laboratoires de chimie, pour obtenir le métal, ce qu'on n'a fait ou pu faire encore jusqu'ici que

très en petit, on chauffe l'acide tunstique séparé de ses mines par le procédé qui sera décrit au paragraphe suivant, et mêlé avec du charbon dans un creuset de charbon ; il faut un feu considérable pour en obtenir la réduction et la fusion ; aussi n'a-t-on réussi encore que sur de très-petites quantités.

E. *Oxidabilité par l'air.*

8. Les chimistes qui ont jusqu'ici parlé du tungstène métal se réunissent à le regarder comme facile à oxider. On ne sait pas cependant s'il brûle à froid dans l'air ; mais en le chauffant avec son contact, il paraît qu'il se change promptement en un oxide jaune, qui devient bleuâtre par une plus forte chaleur, qui teint les flux vitreux en blanc ou en bleu, et qui passe promptement à l'état d'acide tunstique par une oxigénation plus avancée. On n'a point déterminé la proportion d'oxigène qu'il absorbe pour s'oxider ou s'acidifier. Le citoyen Guyton a trouvé que son oxide adhérait fortement aux couleurs végétales et les fixait.

F. *Union avec les combustibles.*

9. On ignore absolument s'il y a des combinaisons possibles entre l'azote, l'hidrogène, le carbone et le métal tungstène ; on ne connaît pas mieux celles qu'il est sans doute susceptible de former avec le phosphore et le soufre : les petites quantités qu'on a obtenues jusqu'ici n'ont encore permis que d'essayer quelques-uns de ses alliages avec les métaux, parce qu'on a trouvé dans ce genre d'attraction un moyen d'en opérer plus facilement la réduction. On a reconnu qu'uni au fer et à l'argent, avec lesquels il s'allie facilement, il changeait leurs propriétés d'une manière singulière.

G. *Action sur l'eau et les oxides.*

10. On n'a encore rien fait sur les altérations dont l'eau et

les oxides divers pourront être susceptibles par le tungstène ; on ne peut donc encore rien trouver à cet égard qui puisse servir à caractériser ce métal nouveau si peu connu, et qui n'a encore été obtenu qu'en très-petite quantité : sa facile oxidabilité, et sa grande tendance à s'acidifier annoncent qu'il pourra enlever l'oxigène à plusieurs autres oxides.

H. *Action sur les acides.*

11. Les premiers et les seuls essais qu'on ait encore faits sur l'action réciproque du tungstène et des acides, et qui sont dus, comme presque tout ce qu'on a fait sur ce métal, à MM. d'Elhuyar, annoncent que ce métal est indissoluble et presqu'intraitable par les trois acides les plus puissans, le sulfurique, le nitrique et le muriatique ; qu'il n'est attaquable, encore que légèrement, que par l'acide nitro-muriatique.

12. Si cette singulière résistance aux acides les plus forts ou les plus décomposables était bien constatée pour le tungstène, il se rapprocherait par là de l'or et du platine. Cependant, je dois observer que cette inaltérabilité n'est pas d'accord avec ce que les mêmes chimistes ont dit de l'oxidabilité de ce métal par l'air aidé du calorique, et que conséquemment elle mérite d'être confirmée ou constatée par de nouvelles expériences. On n'a rien dit encore de l'action de l'acide muriatique oxigéné, qui, comme on le prévoit, agit sur les métaux les plus intraitables, et doit, en oxidant facilement celui-ci, le convertir en acide tunstique.

Action sur les bases et sur les sels.

13. On n'a point traité encore le tungstène métal par les bases terreuses et alcalines, non plus que par les sels ; on peut cependant croire, d'après l'action de l'acide nitrique, sinon sur ce métal, au moins sur son premier oxide qu'il

acidifie promptement, que les nitrates et les muriates suroxigénés, aidés d'une haute température, le feront passer à l'état d'acide, et que les premiers donneront pour produits de cette action des tunstates.

K. *Usages.*

14. Il n'y a rien à dire encore sur les usages d'un minéral aussi peu connu, aussi peu traité encore que le tungstène. Aucun essai n'a pu encore être fait relativement à ses propriétés utiles. On peut craindre même que sa réduction et sa fusion si difficiles le rendront si intraitable, qu'il ne pourra que très-difficilement être employé.

Cependant s'il est juste d'espérer que l'art, en s'occupant quelque jour de ce métal, si nouveau encore, et dont la nature offre dans le wolfram une mine si abondante, pourra découvrir des procédés plus simples que ceux qu'il possède encore pour le retirer assez en grand; il est permis de croire en même temps que cette substance métallique deviendra très-utile dans beaucoup de travaux. Cette conclusion se tire tout naturellement du peu de propriétés déja découvertes dans le tungstène, de sa dureté assez grande, de son inductilité non complète, puisqu'il semble se rapprocher du zinc, de son infusibilité, même de son inaltérabilité par les acides, de la propriété qu'a son oxide de s'unir aux matières colorantes végétales, de les rendre fixes et peu changeantes. Les chimistes doivent donc redoubler d'efforts pour examiner ce métal, dont l'histoire doit être regardée comme à peine ébauchée. On va voir qu'on s'est beaucoup plus occupé de son acide.

§. I I.

De l'acide tunstique.

1. Comme Schéele, et Bergman en examinant, en 1781, la pierre pesante ou tungstène des Suédois, ont découvert qu'elle était composée de chaux saturée par un acide particulier; comme leur découverte, confirmée ensuite par plusieurs chimistes, a spécialement été fort étendue par celle que MM. d'Elhuyar y ont ajoutée de la présence de cet acide dans le wolfram, dernière découverte qui a donné aux chimistes les moyens de se procurer plus abondamment cet acide; il n'est pas étonnant qu'on ait beaucoup plus étudié les propriétés du tungstène acidifié que celles du tungstène métallique, et qu'on possède plus de connaissances sur l'un que sur l'autre.

2. Il était bien naturel de désigner cet acide par le nom de tunstique, d'après le mot suédois, qui représente sa combinasion native avec la chaux. Dans la nomenclature française on a ôté le *g* de ce mot pour avoir une prononciation plus douce et plus facile.

3. On ne fait point artificiellement cet acide, parce que la nature le présente dans les tunstates de chaux et de fer que l'on a découverts. On traite le premier, réduit en poudre très-fine, par l'acide nitrique ou l'acide muriatique qui enlèvent la chaux, ensuite par les alcalis qui dissolvent l'acide; on précipite les tunstates alcalins dissous par l'acide nitrique ou muriatique; on lave avec soin la poudre précipitée, et on la fait sècher : c'est l'acide tunstique solide que l'on conserve pour le faire entrer dans des combinaisons. On peut en extraire 0,68 du tunstate de chaux natif.

4. On peut encore obtenir l'acide tunstique du tunstate de chaux par un autre procédé que l'on doit à Schéele, comme

le précédent : il consiste à fondre dans un creuset une partie de tunstate de chaux avec quatre parties de carbonate de potasse ; celui-ci s'unit à l'acide tunstique , tandis que l'acide carbonique se porte sur la chaux : de sorte que le produit de cette fonte est un mélange de tunstate de potasse soluble et de carbonate de chaux. On lessive cette masse avec douze parties d'eau bouillante ; on verse de l'acide nitrique dans cette dissolution, et on lave bien l'acide précipité : le résidu de la dissolution aqueuse contient du carbonate de potasse et du tunstate de chaux non encore décomposé : on en sépare le premier par l'acide nitrique , et on traite de nouveau la portion non dissoute par quatre parties de carbonate de potasse ; on peut faire ainsi une analyse exacte du tunstate de chaux natif.

5. Pour extraire l'acide tunstique du tunstate de fer et de manganèse natif, on mêle cette mine en poudre avec deux ou trois fois son poids de nitrate de potasse ; on fait détoner ce mélange en le projetant par cuillerées dans un creuset rouge , ou en le chauffant dans un de ces vases assez grand pour prévenir le boursouflement. Quand la détonation est finie , on lessive la matière dans de l'eau distillée , qui dissout le tunstate de potasse formé , et on le précipite par l'acide muriatique en excès , qui sépare l'acide tunstique en poudre blanche ; on lave bien cette poudre jusqu'à ce que l'eau sorte insipide. Cette dernière préparation est un peu plus difficile et donne souvent un acide un peu moins pur que la première ; mais en le traitant par l'acide muriatique , on peut lui enlever tout le manganèse et tout le fer, et l'avoir bien blanc et sans mélange. L'abondance du tunstate de fer natif en France, tandis qu'on n'y a pas encore trouvé le tunstate de chaux, doit au reste engager les chimistes français à perfectionner le procédé propre à en extraire l'acide tunstique. Il y est contenu à la proportion de 0,64.

6. L'acide tunstique, ainsi préparé, est en poudre blanche ,

d'une saveur âpre, métallique et acide faible; sa pesanteur spécifique, indiquée par Bergman, est de 3,600. Il rougit la teinture de tournesol.

7. Chauffé au chalumeau, l'acide tunstique devient d'abord fauve, ensuite brun et à la fin noir; il ne donne point de fumée, et ne présente aucun signe de fusion. Quand on le fait calciner quelque temps dans un creuset, il perd la propriété de se dissoudre dans l'eau.

8. Il n'éprouve aucune altération sensible à l'air; il se dissout dans vingt parties d'eau bouillante, et se sépare en partie par le refroidissement. Cette dissolution est aigre, elle rougit la teinture de tournesol.

9. Chauffé avec du charbon, il repasse, quoique difficilement, à l'état métallique; avec du soufre il devient gris sans se réduire, ainsi qu'avec le phosphore. Il précipite en vert les dissolutions de sulfures alcalins. Il paraît qu'il est décomposable par plusieurs métaux; car si l'on ajoute un peu d'acide muriatique à sa dissolution dans l'eau, et qu'on en mette quelques gouttes sur une lame polie de zinc, d'étain ou de fer, elles y laissent des taches bleues : la même couleur bleue se manifeste en plongeant ces métaux dans la dissolution.

10. Les acides ne dissolvent point l'acide tunstique blanc et pulvérulent, mais ils en altèrent les propriétés d'une manière remarquable, et qui n'est pas encore bien connue. L'acide sulfurique bouillant le fait devenir bleu, ce qui le rapproche de l'acide molybdique; l'acide nitrique et l'acide muriatique lui font prendre une belle couleur jaune. Dans ce dernier état, l'acide tunstique, suivant l'observation de MM. d'Elhuyar, perd sa saveur, sa dissolubilité, et acquiert, avec une pesanteur spécifique beaucoup plus grande, la propriété de faire avec les bases des sels différens de ceux de l'acide blanc. Les chimistes espagnols ont pensé que l'acide blanc, décrit jusqu'ici, était un sel acidule triple, et que le jaune était l'acide tunstique

pur : mais leurs propres observations, qui prouvent que dans cet état jaune il a perdu sa saveur aigre, sont contraires à la première assertion, qui n'est pas d'ailleurs appuyée de preuves expérimentales suffisantes. La couleur jaune que prend l'acide tunstique avec les acides nitrique et muriatique, est un de ses caractères spécifiques les plus prononcés.

11. L'acide tunstique forme, avec la barite, un sel insoluble, ainsi qu'avec la magnésie. Lorsqu'on jette sa dissolution dans l'eau de chaux, il donne un précipité de tunstate de chaux semblable à celui de la nature et indissoluble comme lui. Avec la potasse on obtient un sel qui fournit de très-petits cristaux ; on n'a point décrit ni annoncé encore le tunstate de soude. Saturé d'ammoniaque, l'acide tunstique forme un sel qui cristallise en très-petites aiguilles, qui laisse aller son alcali volatil par l'action du feu ; il se change en poudre sèche et jaunâtre ; le tunstate ammoniacal décompose le nitrate et le muriate de chaux, et les précipite en tunstate de chaux indissoluble. On n'a point examiné ses combinaisons avec l'alumine et la zircone.

12. L'acide tunstique ne précipite ou ne décompose les sels que par les attractions électives doubles. Les dissolutions de tunstates alcalins forment ainsi des précipités de tunstates terreux dans celles des sulfates, nitrates, muriates, de chaux, d'alumine, de magnésie et de barite. Il se fond avec les phosphates et les borates, qu'il colore en blanc ou en vert.

13. Il n'agit point comme dissolvant sur les métaux ; il oxide cependant le fer en passant au bleu en lui cédant son oxigène.

14. Il n'est encore d'aucun usage. Le citoyen Guyton a déja proposé les moyens de l'utiliser en l'unissant aux matières colorantes végétales qu'il a la propriété de fixer et de solidifier. On reviendra ailleurs sur cette propriété.

ARTICLE IV.

Du molybdène et de son acide.

§. Ier.

Du molybdène métal.

A. *Histoire.*

1. Le nom de *molybdène*, autrefois synonymee de ceux de *plombagine*, de *fausse mine de plomb* ou de *crayon noir*, ou de la naturelle combinaison de fer et de charbon, carbure de fer dont on parlera ailleurs, est donné aujourd'hui à un métal cassant et acidifiable, dont on a long-temps confondu la mine avec cette dernière substance charbonneuse. Quoique Pott, Quist, et quelques autres chimistes eussent d'abord reconnu quelque différence dans les propriétés de la mine de molybdène du celles du carbure de fer, la plupart des naturalistes n'avaient pas distingué suffisamment ces deux matières; beaucoup même les avaient regardées comme un seul et même corps, parce qu'on les vendait l'une pour l'autre dans le commerce, jusqu'à ce que Schéele, en 1778, ait publié, dans les volumes de l'Académie de Stockholm, un mémoire dans lequel il a fait voir que ce qu'on nommait molybdène était très-différent du carbure de fer, et contenait une combinaison de soufre avec ce qu'il croyait être un acide particulier. Pelletier a répété depuis toutes ces expériences et en a ajouté beaucoup d'autres dans un mémoire publié dans le Journal de physique en 1789, où il a prouvé que le molybdène des minéralogistes étoit une combinaison d'un métal particulier et de soufre, et qu'en le traitant par divers procédés, qui tous se réduisaient à séparer le soufre et à oxigéner le métal, Schéele avait formé et

non retiré l'acide. En même temps il a non seulement confirmé les découvertes de Schéele sur l'acide molybdique ; mais il a trouvé plusieurs de ses propriétés qui avaient échappé au chimiste suédois. Depuis ces travaux reconnus et vérifiés aujourd'hui par tous les chimistes, on nomme, dans la nomenclature méthodique, le métal *molybdène*, sa mine *sulfure de molybdène*, et son acide *molybdique*.

B. *Propriétés physiques.*

2. Le molybdène métal est extrêmement rare et extrêmement difficile à obtenir. Comme, en séparant le soufre de sa mine, il s'oxide et s'acidifie très-aisément, on est obligé de décomposer ensuite son acide, de lui enlever cet oxigène pour avoir le métal ; et Schéele, en faisant cette expérience avec soin, en employant même plusieurs fondans, n'a jamais pu l'obtenir à l'état métallique, et n'a eu qu'une poussière noire, sans cohérence et sans brillant. Bergman annonçait en 1781, dans sa Dissertation sur les acides métalliques, et écrivait la même année au citoyen Guyton, que le docteur Hielm, autrefois son élève, était parvenu à réduire cet acide, et à recueillir assez de molybdène en métal pour pouvoir reconnaître ses vrais caractères ; mais depuis cette annonce on n'a rien publié ni sur le procédé de Hielm, ni sur le métal obtenu par ses soins. Pelletier, dans ses expériences sur la réduction de l'oxide et de l'acide molybdiques, n'a point eu un culot métallique, mais une masse agglutinée, noirâtre, friable, ayant le brillant métallique, dans laquelle la coupe faisoit voir de petits grains ronds brillans et gris ; ce métal paroît être d'une extrême infusibilité ; il pèse à peu près 6,000.

C. *Histoire naturelle.*

3. On n'a encore trouvé le molybdène que dans l'état de sulfure et dans celui d'acide ; ce dernier état le présentant

d'ailleurs combiné sous la forme de sels avec des oxides métalliques, on ne doit en traiter qu'aux articles des métaux avec les oxides desquels il se rencontre combiné.

4. Le sulfure de molybdène, long-temps confondu, comme on l'a dit plus haut, avec le carbure de fer, en diffère cependant à beaucoup d'égards. Il est moins gras au toucher que ce dernier, plus dur et moins grenu, plus brillant et moins sombre, tirant bien plus sur le bleu. Formé de grandes lames écailleuses, posées les unes sur les autres, peu adhérentes, que l'on peut séparer et même couper avec un couteau, il tache moins les doigts que le carbure de fer, et il laisse sur le papier des traces bleuâtres ou d'un gris argentin, moins foncées et moins colorées que celles de ce dernier. Il est difficile à mettre en poudre à cause de l'élasticité de ses lames; Schéele n'y est parvenu qu'en jetant dans le mortier du sulfate de potasse cristallisé, qu'il enlevait ensuite à l'aide de l'eau. Sa poussière est bleuâtre. Le citoyen Haüy ajoute à ces caractères distinctifs les deux propriétés suivantes: le sulfure de molybdène communique à la résine l'électricité vitrée, à l'aide du frottement, au lieu que le carbure de fer ne lui en communique aucune, du moins lorsqu'il y laisse son empreinte métallique. Il forme sur la faïence des traits d'un vert jaunâtre, tandis que ceux qui proviennent du carbure de fer ont sa couleur ordinaire. M. Kirwan estime que les proportions des composans du sulfure de molybdène sont de 0,55 de soufre, et de 0,45 de métal.

5. Comme les chimistes ont beaucoup plus examiné le sulfure de molybdène que le métal lui-même, je suis obligé, à chacun des numéros suivans, d'indiquer, après le peu de notions que j'ai pu recueillir sur le molybdène, l'altération que son sulfure éprouve par chaque agent. Au défaut de connaissances sur le métal, je remplirai en quelque sorte les lacunes que son histoire va présenter, par l'énoncé des propriétés que présente le sulfure de molybdène; et j'observerai à cet égard qu'en séparant les effets manifestement dus au soufre, dont

je parlerai, les autres seront réellement des phénomènes dus au métal lui-même.

D. *Essais et métallurgie.*

6. On reconnaît manifestement et sans erreur le sulfure de molybdène, après avoir constaté les caractères physiques indiqués plus haut, en ce que, traité au chalumeau, il exhale du soufre, reconnoissable à son odeur, et une fumée blanche qui se condense sur les corps froids voisins en lames ou aiguilles cristallisées, jaunâtres, et qui devient bleue par le contact de la flamme intérieure.

7. On ne traite point le sulfure de molybdène en grand, puisque son seul usage, peu fréquent, consiste à l'employer tel qu'il sort de la terre, ou simplement pulvérisé comme le carbure de fer, dont il ne remplace cependant jamais la véritable utilité.

E. *Oxidabilité par l'air.*

8. Le molybdène, chauffé avec le contact de l'air, se change, à une haute température, en un oxide blanc, volatil, cristallisé en aiguilles brillantes, et qui acquiert promptement les propriétés acides. On n'a point déterminé la proportion d'oxigène que ce métal absorbe dans son oxidation. Cet oxide, chauffé avec des corps combustibles, prend une couleur bleue sombre et peu brillante, en se rapprochant de l'état métallique.

9. Le sulfure de molybdène, calciné dans un grand creuset recouvert d'un autre vaisseau pareil, a donné à Pelletier des cristaux aiguillés, blancs et brillans, sublimés, comme on en obtient de l'antimoine, auxquels il a reconnu des caractères acides. Avant cette sublimation, il s'est dégagé du soufre.

F. *Union avec les corps combustibles.*

10. Le molybdène s'unit très-bien au soufre par la chaleur, et reforme le sulfure de molybdène. On ne connaît pas son

union avec le phosphore. Il s'allie aux métaux et les rend grenus, grisâtres, très-friables.

G. *Action de l'eau et des oxides.*

11. On ne connaît point l'action du molybdène ni de son sulfure sur l'eau et sur les oxides métalliques.

H. *Action des acides.*

12. On n'a presque point apprécié encore l'action du molybdène sur les divers acides. On sait seulement que l'acide sulfurique bouillant l'oxide, et que l'acide nitrique le convertit en acide molybdique.

13. Schéele et Pelletier ont mieux déterminé l'action de quelques acides sur le sulfure de molybdène. L'acide sulfurique bouillant donne de l'acide sulfureux et en oxide le métal. L'acide nitrique, distillé sur ce sulfure, en brûle le soufre et en acidifie le métal. Schéele, en traitant une partie de sulfure de molybdène cinq fois de suite par six parties d'acide nitrique un peu étendu d'eau à chaque fois, a obtenu dans la cornue une poudre blanche, qui était un mélange d'acide sulfurique et d'acide molybdique. L'acide muriatique n'a d'action ni sur le métal ni sur sa mine. L'acide arsenique, chauffé dans une cornue avec du sulfure de molybdène, brûle le soufre en acide sulfureux, convertit une portion du métal en acide molybdique, en laisse une autre à l'état de métal, et passe lui-même à l'état métallique et en partie en sulfure d'arsenic. Pelletier s'est servi de cette expérience pour prouver que le molybdène est en métal dans sa mine.

I. *Action sur les bases salifiables et les sels.*

14. Les alcalis dissolvent le molybdène et favorisent son oxidation, qui en général est très-facile. Ils forment, à l'aide du feu et par la voie sèche, avec le sulfure de molybdène,

un sulfure alcalin qui retient le métal en dissolution. On n'a que peu examiné cette action, et point du tout encore celle des matières terreuses, ni sur le molybdène, ni sur sa mine.

15. Parmi les sels il n'y a encore que le nitrate de potasse dont on ait déterminé la manière d'agir sur le sulfure de molybdène et non encore sur le métal. Une partie de cette mine et quatre parties de nitre détonent dans un creuset rouge et donnent une masse rougeâtre pour produit. Cette masse lessivée laisse environ 0,02 d'oxide de fer rouge, et fournit, dans la dissolution du sulfate de potasse, du nitre non décomposé et du molybdate de potasse; ce qui prouve que le soufre et le molybdène, tous deux oxigénés à leur *maximum* ou acidifiés, se sont unis avec la base du nitre.

K. *Usages.*

16. Comme on n'a eu encore que très-peu de molybdène, on ne l'a encore que légèrement traité par quelques essais chimiques; il n'a pu être consacré à aucun usage. Le sulfure de molybdène est quelquefois substitué dans les arts au carbure de fer, avec lequel on le confond dans le commerce; mais, comme on l'a déja dit plus haut, il ne le remplace que très-imparfaitement, en sorte qu'on peut dire qu'il n'est pas encore utilisé. Quand on le connoîtra mieux et qu'on sera plus familiarisé avec ses propriétés, il n'est pas invraisemblable qu'il pourra entrer dans quelques alliages, et que son oxide bleu ou jaune pourra servir à la peinture.

§. II.

De l'acide molybdique.

1. On a déja vu que c'est à Schéele que l'on doit la découverte de l'acide molybdique; mais on a dû voir en même temps que, quoique cet habile chimiste ait le premier préparé

cet acide, sa découverte fut réellement tachée par une erreur, puisqu'il croyait avoir simplement extrait l'acide molybdique de sa mine, qu'il nommait encore molybdène avec tous les naturalistes, et puisqu'il regardait cette mine comme un vrai composé de cet acide, de soufre et d'un peu de fer. C'est la doctrine des chimistes français qui a reconnu et corrigé cette erreur, en faisant voir au citoyen Guyton, à Pelletier et à tous les auteurs ou partisans de la théorie pneumatique, que, dans les diverses expériences de Schéele où il avait obtenu l'acide molybdique, il l'avait réellement produit ou formé en brûlant le molybdène et en le chargeant de toute la quantité d'oxigène qu'il pouvait absorber.

2. Quoique l'acide molybdique paraisse exister dans la nature, puisque M. Klaproth l'a retiré d'une mine de plomb jaune, on prépare toujours ou l'on fabrique artificiellement et de toutes pièces cet acide, en traitant le sulfure de molybdène, la seule mine de cette substance qui soit encore connue, par plusieurs procédés oxigénans.

3. Il y a quatre procédés, connus et pratiqués, pour convertir le molybdène contenu dans sa mine ou dans son sulfure natif, en acide molybdique. Le premier consiste dans son oxidation par le feu et l'air. Schéele avait observé qu'en chauffant un fragment de sulfure de molybdène à la flamme du chalumeau sur une lame d'argent, la fumée blanche qu'il exhalait s'attachait sur la lame en une petite écaille d'un blanc jaunâtre et brillante, qui était de véritable acide molybdique. Mais ce moyen n'en fournit que quelques atomes : Pelletier l'a beaucoup agrandi en conseillant de faire la même opération dans un creuset recouvert d'un pareil vaisseau. Les prismes brillans blancs qui se subliment dans ce cas sont de l'acide molybdique. Mais ce moyen est long; il exige un grand feu et il ne donne pas un acide bien pur. Ce n'est donc pas celui qu'on doit préférer.

4. Le second procédé est pratiqué avec l'acide nitrique; c'est

un des plus sûrs. Sur une partie de sulfure de molybdène en poudre, on verse cinq parties de cet acide faible ; on distille jusqu'à siccité et on obtient du mélange écumant beaucoup de gaz nitreux et de vapeur nitreuse ; on répète cette distillation trois ou quatre fois de suite en employant chaque fois cinq parties du même acide. A la fin, le résidu sec est blanc comme de la craie. C'est de l'acide molybdique mêlé d'acide sulfurique ; l'acide nitrique a brûlé le soufre et acidifié le molybdène en y portant son oxigène et en se décomposant. On lave le résidu sec avec de l'eau chaude, et on obtient ainsi l'acide molybdique pur et concret. L'eau du lavage enlève un peu de cet acide avec le sulfurique ; et quand on l'évapore fortement elle prend une couleur bleue qui annonce la décomposition de cet acide et son passage à l'état métallique.

5. Dans le troisième procédé, on distille du sulfure de molybdène avec de l'acide arsenique. Il n'y a aucune action entre ces deux corps tant qu'il y a de l'eau dans l'acide ; mais quand l'eau a passé, et en augmentant le feu, il se sublime de l'arsenic et du sulfure d'arsenic ; il passe de l'acide sulfureux, et il reste dans la cornue de l'acide molybdique concret. Cependant cet acide n'est pas pur, il est mêlé d'arsenic et de sulfure d'arsenic.

6. Le quatrième procédé est le plus expéditif de tous, et mériterait la préférence sur tous les autres, s'il donnait l'acide pur. Il est le produit de la détonation du nitre avec le sulfure de molybdène. On projette dans un creuset trois parties de nitrate de potasse et une partie de sulfure de molybdène bien pulvérisés et bien mêlés ensemble auparavant. Après la détonation on a une masse rougeâtre, composée d'oxide de fer, de sulfate de potasse et de molybdate de potasse. En la lessivant dans l'eau, les deux sels se dissolvent, et l'oxide de fer reste. On évapore la dissolution pour obtenir le sulfate de potasse, et on verse, dans la liqueur qui refuse de cristalliser et qu'on étend d'un peu d'eau, de l'acide sulfurique jusqu'à ce

qu'il ne produise plus de précipitation sensible. Il faut observer cependant que cet acide ne décompose pas complétement le molybdate de potasse, et que l'acide qui se précipite est du molybdate acidule de potasse, dont les propriétés different essentiellement de l'acide molybdique pur. Je n'ai même décrit ce procédé que pour faire connaître ici ce résultat particulier et l'existence de cet acidule molybdique. On doit en conclure que le véritable et le seul moyen d'avoir de l'acide molybdique pur consiste dans le second procédé, ou le traitement du sulfure de molybdène par l'acide nitrique.

7. L'acide molybdique préparé par les opérations indiquées, sur-tout par le second procédé, est en poudre blanche, d'une saveur aigre et métallique; sa pesanteur, suivant Bergman, est de 3,400.

8. Chauffé dans une grande cornue de verre, il donne, à un grand feu, un peu d'acide sulfureux : ce qui prouve qu'on ne l'en prive qu'avec la plus grande difficulté; mais il n'éprouve d'autre altération qu'un commencement de fusion. Dans un creuset bien fermé, il se fond à un grand feu, il s'attache aux parois du vase comme un enduit vitreux; et il se cristallise en rayons qui partent du centre par le refroidissement. Si on découvre le creuset au moment où l'acide est fondu, il s'élève en fumée blanche par le contact de l'air, et cette vapeur s'attache en écailles brillantes d'un jaune doré sur les corps froids. Cette fumée disparaît, et la volatilisation cesse au moment où l'on referme l'appareil; d'où il suit que le contact de l'air en est la cause immédiate : aussi n'a-t-on point de sublimé, suivant Schéele, dans le creuset qui sert de couvercle. Il paraît, ou qu'il n'a point été assez chauffé, ou que, dans l'expérience de Pelletier, il passait un peu d'air au sein de l'appareil; aussi son sulfure de molybdène a-t-il véritablement brûlé et s'est-il acidifié.

9. La plupart des corps combustibles décomposent l'acide molybdique. Le carbone le réduit, à l'aide du feu, en une

poussière noire qui se rapproche de l'état métallique et à qui il ne manque que l'aggrégation par la fusion pour être de véritable molybdène. En le chauffant avec trois parties de soufre, il se dégage de l'acide sulfureux, et il se forme du sulfure de molybdène. Plusieurs métaux chauffés avec cet acide le réduisent de même, s'oxident en partie et se combinent d'ailleurs en alliages avec le molybdène.

10. L'eau chaude le dissout facilement; une partie de cet acide en exige environ 500 pour se dissoudre; cette dissolution est très-acide et âpre; elle rougit le tournesol, précipite les sulfures alcalins et décompose le savon. Après sa fusion on le dissout de même; ce qui est différent de l'acide tunstique. La dissolution d'acide molybdique devient bleue lorsqu'on y tient du fer ou de l'étain plongés; elle fait effervescence avec les carbonates alcalins; elle précipite les dissolutions de nitrate et de muriate de barite. L'acide molybdique devient bien plus dissoluble avec une petite portion d'alcali, en formant du molybdate acidule.

11. L'acide sulfurique concentré dissout beaucoup d'acide molybdique à l'aide de la chaleur; il devient violet et bleu en refroidissant. L'acide muriatique en dissout aussi une grande quantité par l'ébullition; en distillant à siccité, une partie de l'acide se sublime en bleu et en blanc. Ce résidu est gris et déliquescent comme le sublimé. On voit le même phénomène jusque dans la fumée du molybdène formée au chalumeau, puisque la flamme intérieure de celui-ci colore cette fumée en bleu. L'acide nitrique ne touche pas à l'acide molybdique.

12. L'acide molybdique s'unit facilement avec les bases alcalines et terreuses; il forme des sels peu solubles avec ces dernières, bien dissolubles et cristallisables avec les alcalis. Schéele n'a presque rien dit des propriétés des molybdates alcalins et terreux, qui sont presque entièrement inconnus encore. Le molybdate calcaire n'est pas jauni par l'acide nitrique; le molybdate de barite est un peu soluble dans l'eau; le molybdate am-

moniacal est décomposable par le feu. Il y a un molybdate acidule de potasse ; et Schéele, sans le désigner par un nom particulier, indique cependant ses caractères différens de ceux de l'acide molybdique pur. Je le distinguerai ici à cause de ses différences mêmes, et parce qu'on l'obtient souvent au lieu de cet acide pur.

13. On obtient le molybdate acidule de potasse, soit en précipitant le produit de la détonation du nitre et du sulfure de molybdène par l'acide sulfurique, soit en unissant directement l'acide molybdique avec un peu de potasse comme pour le rendre plus dissoluble. Ce sel donne de petits cristaux irréguliers par le refroidissement de sa dissolution saturée bouillante ; l'acide qui y est en grand excès n'est plus cependant volatil à feu ouvert comme lorsqu'il est seul. Le molybdate acidule de potasse est beaucoup plus dissoluble que l'acide molybdique, puisqu'il n'exige que quatre parties d'eau bouillante ; il est aussi plus fusible. On le décompose en jetant, dans sa dissolution chaude et concentrée, un peu d'acide nitrique qui retient son alcali et précipite l'acide molybdique en petits cristaux. Le même acidule ne décompose pas le sulfate de potasse à l'aide du feu comme cet acide pur.

14. L'acide molybdique chauffé fortement avec la plupart des sulfates, et spécialement avec celui de potasse, en dégagent un peu d'acide sulfurique, parce qu'il forme dans ce cas du molybdate acidule ; aussi l'acide sulfurique ne décompose-t-il le molybdate de potasse que jusqu'au point de produire le même acidule, comme je l'ai déja fait remarquer. Il décompose aussi les nitrates et en dégage de l'acide nitreux par la chaleur. Les muriates sont aussi décomposés, et il se sublime une portion de l'acide molybdique blanc, jaune ou violet, qui attire l'humidité, se résout en liqueur à l'air, et devient bleu sur les métaux. Ces deux décompositions des nitrates et des muriates, l'acide nitreux qui se dégage des premiers, l'état déliquescent d'une partie de l'acide molybdique, semblent annoncer qu'il

peut se surcharger d'oxigène et être modifié par cette suroxigénation ; cependant il paraît suroxigéner l'acide muriatique qu'on distille sur lui, puisqu'il devient bleu par son action. Des expériences ultérieures sont nécessaires sur ce point.

15. L'acide molybdique n'est encore d'aucun usage ; il n'a encore été qu'un objet de recherches et de curiosité pour les chimistes. L'exemple de l'acide tunstique dont le citoyen Guyton a déja reconnu une propriété utile pour la teinture, doit engager les chimistes à s'occuper sous ce point de vue de l'acide molybdique.

ARTICLE V.

Du chrome et de son acide.

§. I.

Du chrome métal.

A. *Histoire.*

1. L'analyse d'un minéral, faite par d'autres moyens et avec plus de soins qu'on n'en avait encore mis dans son examen, vient de présenter (en frimaire an 6, décembre 1797) au citoyen Vauquelin la découverte de ce nouveau métal. Le plomb rouge de Sibérie lui avait paru, dans plusieurs essais préliminaires, offrir des propriétés qu'il ne trouvait dans aucune autre substance. Ayant fait des expériences suivies sur cette mine, malheureusement très-rare et très-peu abondante dans nos cabinets, il a reconnu qu'elle était formée d'oxide de plomb et de 0,36 d'un acide nouveau, que Bindheim et plusieurs autres chimistes avaient pris pour de l'acide molybdique, mais qui en diffère beaucoup plus qu'il

nie s'en rapproche par ses propriétés, comme on le verra bientôt. Voici comment il est parvenu à cette découverte.

2. En traitant le plomb rouge de Sibérie avec deux parties de carbonate de potasse dissous, qu'il a fait bouillir dans deux cents parties d'eau, la potasse s'est portée sur le nouvel acide, tandis que l'acide carbonique s'est uni au plomb. Le sel nouveau s'est trouvé en dissolution dans l'eau, et le carbonate de plomb au fond en poudre blanche. Il a précipité l'acide du nouveau sel par le moyen de l'acide nitrique qui s'est emparé de la potasse. Le plomb rouge de Sibérie, traité par l'acide muriatique s'est dissous en entier en prenant une belle couleur verte foncée; la liqueur évaporée a donné du muriate de plomb; celle qui surnageait et qui conservait sa belle couleur verte contenait l'oxide du nouveau métal désacidifié par l'acide muriatique, et ayant passé ainsi du rouge orangé au vert.

B. *Propriétés physiques.*

3. L'acide obtenu par le premier procédé, et l'oxide produit du second, ont été tous deux réduits par le citoyen Vauquelin, en les chauffant fortement dans un creuset de charbon; il en a obtenu un métal différent de tous ceux qu'on connaît, et que nous avons nommé en commun *chrome*, à cause de la propriété remarquable qu'il a de former un acide très-coloré et colorant lui-même toutes ses combinaisons salines.

4. Depuis cette première découverte, le citoyen Vauquelin a retrouvé ce métal, 1°., en oxide vert uni au plomb dans des cristaux de la même couleur, qui se trouvent presque toujours à côté du plomb rouge de Sibérie; 2°. également en oxide vert dans l'émeraude du Pérou, dont il est la vraie partie colorante; 3°. en acide dans le rubis spinelle qu'il colore de la belle nuance rouge qu'on lui connaît. M. Tassaert, chimiste prussien, chargé des travaux du laboratoire de l'école

des mines à Paris, a trouvé depuis l'acide chromique combiné avec le fer dans une mine du département du Var, près de Toulon.

5. Le métal extrait par le procédé indiqué est d'un blanc tirant sur le gris, très-dur, très-fragile, extrêmement difficile à fondre. La petite quantité que le citoyen Vauquelin a pu s'en procurer ne lui a pas permis encore d'y reconnaître beaucoup de propriétés.

C. *Histoire naturelle.*

6. On vient de voir dans la notice historique de sa découverte, qu'il est connu déjà dans deux états et dans quatre fossiles; en oxide vert uni à l'oxide de plomb et à l'émeraude du Pérou, en acide rouge combiné avec l'oxide de plomb, dans le plomb rouge de Sibérie, et avec l'alumine dans le rubis spinelle. Il n'est pas douteux qu'on le trouvera bientôt ou dans d'autres états, ou combiné dans beaucoup plus de minéraux.

D. *Docimasie et métallurgie.*

7. En décrivant la manière dont la découverte en a été faite, et les procédés par lesquels on l'a obtenu, tout ce qui peut appartenir jusqu'ici à sa docimasie a été donné. Il n'y a rien à dire encore sur les travaux métallurgiques auxquels il pourra donner naissance, puisqu'à peine découvert dans trois ou quatre fossiles très-rares, il n'a pu être encore soumis à aucun travail en grand.

E. *Oxidabilité par l'air.*

8. Il n'y a encore rien de connu sur son oxidabilité par l'air.

F. *Union avec les combustibles.*

9. Il en est de même de sa combinaison avec les corps

combustibles. On ne l'a encore eu qu'en si petite quantité qu'il a été impossible de l'unir avec le soufre, et avec les métaux.

G. *Action sur l'eau et les oxides.*

10. On n'a pas non plus apprécié s'il est susceptible d'agir sur l'eau, quelle est son attraction pour l'oxigène, et sa manière de se comporter par rapport aux différens oxides. Il paraît qu'il en a fort peu, puisqu'il se désoxide très-facilement, et ne s'oxide qu'avec la plus grande difficulté.

H. *Action sur les acides.*

11. Quoiqu'obtenu en bien petite quantité, le citoyen Vauquelin a cependant pu apprécier l'action qu'il exerce sur quelques acides. Il a reconnu qu'il est inattaquable par l'acide sulfurique, par l'acide muriatique; que l'acide nitrique distillé sur lui plusieurs fois de suite, jusqu'à siccité, le change en oxide vert, et le fait même ensuite passer à l'état d'acide chromique jaune orangé; que l'acide nitro-muriatique produit sur-tout cet effet beaucoup plus promptement, et qu'on peut lui donner ainsi toutes les propriétés qu'il a dans le plomb rouge de Sibérie.

I. *Action sur les bases et les sels.*

12. On ignore entièrement encore s'il peut être altéré par les terres et alcalis; il ne s'y unit facilement que quand il est dans l'état d'acide, car à celui d'oxide vert il n'est pas dissoluble. C'est même par les alcalis fixes caustiques qu'on obtient cet oxide vert, en le séparant de l'alumine à laquelle il est uni dans l'émeraude, alumine à laquelle les alcalis s'unissent sans toucher à l'oxide de chrome.

13. Il n'y a rien de connu par rapport à son action sur les sels.

K. *Usages.*

14. On se doute bien qu'une découverte aussi récente n'a encore pu être appliquée à aucun usage; cependant son auteur a déja laissé entrevoir que son oxide pourra servir aux verres et aux émaux, et peut-être même l'a-t-on déja employé, sans le soupçonner, dans des mélanges ou des produits de minéraux, mal connus ou mal analyés, dont il peut bien faire partie. Les manufactures de porcelaine sont souvent dans ce cas, en préparant avec des mines très-mélangées des oxides pour obtenir des nuances très-variées. La nature même de ces nuances dépend d'alliages inconnus, dont le chrome pourrait bien être une partie constituante.

§. II.

De l'acide chromique.

1. Quoique découvert depuis très-peu de temps et n'ayant encore été examiné qu'en bien petite quantité par les différens procédés auxquels le citoyen Vauquelin l'a soumis, l'acide chromique est cependant plus connu et fournit plus de faits à l'histoire de la chimie que le chrome lui-même. Cela vient de ce que la nature l'ayant présenté combiné avec l'oxide de plomb, il a été bien plus facile de l'en extraire et d'en reconnaître conséquemment quelques-unes des propriétés, qu'il ne l'a été pour le métal qu'on n'a pu encore obtenir qu'avec la plus grande difficulté, et en beaucoup moindre quantité.

2. L'acide chromique, extrait du plomb rouge de Sibérie, traité par le carbonate de potasse, et à l'aide d'un autre acide plus fort qui le dégage de cet alcali, est en poussière rouge ou jaune orangée, d'une saveur âpre métallique particulière, plus sensible que celle d'aucun autre acide métallique.

3. Lorsqu'on l'expose à l'action de la lumière et du calo-

rique dans des vaisseaux ouverts, il devient vert; dans des vaisseaux fermés, il donne du gaz oxigène pur, et repasse également à l'état d'oxide vert en perdant son acidité. Le plomb rouge de Sibérie, lui-même, donne du gaz oxigène, quand on le chauffe dans des vaisseaux fermés, et il prend une couleur d'un vert jaunâtre. L'acide chromique est le premier acide métallique connu qui puisse se désacidifier aussi facilement par l'action du calorique, et donner du gaz oxigène par cette simple opération. On verra que plusieurs de ses propriétés tiennent à ce peu d'adhérence, au moins à une portion de son oxigène. L'oxide vert de chrome ne repasse à l'état d'acide chromique qu'en le traitant par des acides qui lui restituent de l'oxigène.

4. On ne connaît point encore l'action de la plupart des corps combustibles sur l'acide chromique. On sait seulement qu'en le chauffant fortement avec le charbon, il noircit et passe promptement à l'état métallique sans se fondre. La facilité avec laquelle il laisse aller son oxigène annonce qu'il pourra être promptement décomposé par l'hidrogène, le phosphore et le soufre.

L'acide chromique est dissoluble dans l'eau; il cristallise par le refroidissement et l'évaporation en prismes d'une couleur rouge de rubis. Il paraît être susceptible de s'unir à beaucoup d'oxides métalliques.

6. Parmi les acides, aucun n'a une action plus remarquable sur lui que le muriatique; distillé à un feu doux sur l'acide chromique, ce dernier passe promptement à l'état d'acide muriatique oxigéné; aussi lui donne-t-il par son mélange la propriété de dissoudre l'or. Il se rapproche par cette propriété de l'acide nitrique, et cela tient à la faible adhérence de l'oxigène. Il faut remarquer que c'est le seul des acides métalliques qui présente ce caractère.

7. L'acide chromique s'unit très-aisément aux matières alcalines; il forme avec elles des dissolutions de couleur

orangée ou dorée, qui donnent des cristaux orangés par l'évaporation. C'est le seul acide qui présente cette propriété de colorer ses sels : et c'est-là ce qui nous a engagés à le nommer chromique, en réservant le nom de chrome à son radical métallique. On ne connaît point encore les chromates terreux, non plus que les propriétés spécifiques des chromates alcalins, et l'ordre d'attraction de cet acide pour ses bases. On sait seulement que les chromates terreux sont indissolubles, ou beaucoup moins dissolubles que les chromates alcalins.

8. On ignore également quelle est l'action de l'acide chromique sur les sels, et s'il sera susceptible d'en décomposer quelques-uns, comme on l'a vu pour les autres acides métalliques. Il paraît au moins que cette décomposition ne pourra s'opérer qu'à l'aide d'une très-haute température, ou d'attractions électives doubles, puisque les acides sulfurique, nitrique et muriatique, décomposent le chromate de potasse, et précipitent l'acide chromique de sa dissolution.

9. Comme on n'a point encore apprécié l'action de l'acide chromique sur les métaux, je ne puis rien dire ici de sa combinaison avec l'arsenic, le tungstène et le molybdène, du rapport d'attractions qui existent entre cet acide et ceux de ces radicaux métalliques, dont l'ordre que j'ai adopté me ferait une loi de parler ici.

10. L'acide chromique, ainsi que l'oxide vert de chrome, promettent d'être fort utiles, soit seuls, soit combinés avec d'autres oxides métalliques, à la peinture, aux couleurs sur porcelaine, à la verrerie, dans l'imitation des pierres précieuses, et peut-être même à la teinture.

ARTICLE VI.

Du titane.

A. *Histoire.*

1. En 1795, an 3 de la République, M. Klaproth, chimiste de Berlin, ayant examiné un fossile de Boinik en Hongrie, connu sous le nom de schorl rouge, à cause de sa forme de prismes ou de colonnes cannelées, découvrit que c'était un oxide natif d'un métal inconnu jusqu'alors; il le caractérisa par les propriétés suivantes, les plus marquées et les plus distinctives en effet, de passer du blanc au jaune et du jaune au rouge, lorsqu'on le calcinait; de donner un émail jaune, de prendre des couleurs bleu, jaune et violette par les flux vitreux au chalumeau; d'être très-avide d'oxigène; d'être précipité par les sulfures; de donner un précipité épais, brun, rougeâtre et comme du sang par la noix de galle. Quoiqu'il ne soit pas parvenu à réduire cet oxide, quoiqu'il ne l'ait obtenu qu'en scories brunes vers le fond, et d'un bleu grisâtre en dessus; comme ses propriétés ne pouvaient laisser aucun doute sur sa nature métallique, il lui a donné le nom de *titanium*, mot insignifiant, comme il en convient lui-même, mais par cela très-propre à ne donner aucune fausse idée. On a traduit en français ce mot par celui de titane.

2. Vers la fin de la même année, les citoyens Michè et Cordier, officiers des mines de la République, trouvèrent, dans le canton de Saint-Yriez, département de la Haute-Vienne, du schorl rouge en petites masses cassées, roulées et usées à leur surface, semées sur la terre dans les champs. Depuis long-temps on s'en était servi, dans la manufacture de Sèvres, pour faire le brun sur les porcelaines; mais on avait renoncé à son usage à cause de l'extrême difficulté d'en obtenir une teinte uniforme. Les citoyens Vauquelin et Hecht en ont

entrepris un examen chimique très-détaillé ; ils ont vérifié et confirmé la découverte de M. Klaproth ; ils ont ajouté quelques faits nouveaux, et sur-tout une plus grande précision à son travail ; ils sont parvenus à approcher, beaucoup plus près que lui, de la réduction de ce métal, et ils ont décrit plusieurs propriétés du titane métallique, dont le chimiste de Berlin n'avait pas parlé. Ils m'ont donc fourni beaucoup plus de détails et de résultats pour cet article, entièrement dû à leurs travaux ainsi qu'à ceux de M. Klaproth.

B. *Propriétés physiques.*

3. Le titane métallique, obtenu comme on le dira bientôt, présente non un véritable culot bien fondu, mais une masse agglutinée, fragile, noirâtre, brune, caverneuse, cristallisée dans son intérieur, cassante et dure, presque toujours, en tout ou en partie, d'une couleur rougeâtre, ou d'un jaune rougeâtre éclatante et brillante à sa surface, également brillante et rouge dans quelques cavités intérieures, tapissant souvent les creusets d'un enduit de la même nuance, changeant et s'irisant en pourpre lorsqu'elle est plongée bien chaude dans l'air, volatile et attachée au couvercle des creusets avec cette couleur rouge, par le grand feu qu'on emploie pour sa réduction. C'est le seul métal qui se rapproche autant de la teinte du cuivre, quoique la sienne soit mêlée de jaune.

C. *Histoire naturelle.*

4. On ne connaît encore le titane que sous la forme d'oxide dans la nature. On en distingue deux espèces. A. *L'oxide de titane rouge et pur*, nommé schorl rouge, trouvé en Hongrie, en Espagne, en France, au Mont-Saint-Gothard. Ce dernier a été trouvé par M. de Saussure, qui l'a nommé sagenite, à cause de sa forme de cristaux en réseaux ou filets, *sagena*. Il est disséminé en longues aiguilles brillantes, et renfermé dans

le cristal de roche de Madagascar. La forme de sa molécule est un prisme triangulaire à bases rectangles isocèles. On l'obtient comme forme primitive, en divisant le noyau dans le sens des diagonales des bases de ses cristaux. Ceux-ci sont des prismes héxaèdres avec des sommets dièdres, comme ceux de Saint-Yriez, ou des prismes octogones cannelés comme ceux de Hongrie, ou des prismes carrés, comme ceux trouvés, il y a quelques années, près de Pont-James-les-Noyers, entre Nantes et Ingrande. Souvent ses cristaux sont groupés deux à deux, et croisés comme les cristaux d'étain, sous un angle de 114d. Sa couleur est rouge, plus ou moins foncée, plus claire et plus brillante, demi-transparente même sur ses bords. Il se casse facilement; mais ses fragmens durs sont difficiles à pulvériser. Il raye le verre. Il pèse entre 4,180 et 4,246. B. *Le titane siliceo calcaire*, ou TITANITE de Klaproth. C'est un fossile composé d'oxide de titane, de silice et de chaux, presque à parties égales; sa pesanteur spécifique est de 3,510. Au chalumeau, il ne se forme que quelques boursouflures à sa surface. Il se trouve à Passau, en petits prismes droits rhomboïdaux, terminés par des sommets dièdres, dans une gangue composée de feld-spath et de quartz.

D. *Essai et métallurgie.*

5. Il n'y a encore ni essais docimastiques, ni travaux métallurgiques sur cette substance métallique, découverte depuis trois ans au plus. Les chimistes sauront bien reconnaître sa mine oxidée, aux divers caractères qu'elle présente, et qui seront décrits avec soin dans cet article. On se contentera de noter ici que le citoyen Vauquelin a obtenu des signes sensibles de la réduction de l'oxide rouge natif, en en chauffant cent parties avec cinquante parties de borax calciné, et cinquante parties de charbon réduit en pâte avec de l'huile, et exposées dans un creuset brasqué, pendant une heure et demie, à un

feu de forge élevé jusqu'à 166 degrés du thermomètre de Weedgwood, au delà duquel les creusets de porcelaine les plus réfractaires fondaient. Il a eu une masse agglutinée, noirâtre, rouge de cuivre, et brillante à sa surface.

6. Comme le titane métallique est très-rare, qu'il n'a encore été obtenu que par le citoyen Vauquelin, et en trop petite quantité pour qu'il ait pu le soumettre à une suite d'expériences suffisante; comme au contraire son oxide natif a été examiné avec beaucoup de soin par les deux chimistes qui en ont fait l'histoire, et découvert la nature; comme enfin celui de ses états le plus constant dans les essais auxquels il a été soumis, et celui qui a été traité par le plus grand nombre d'expériences est le carbonate de titane obtenu par la fusion d'oxide de titane natif avec six parties de carbonate de potasse, fusion pendant laquelle l'oxide absorbe de l'oxigène et de l'acide carbonique, qui modifient ses propriétés : dans chacun des numéros suivans, en parlant de l'action connue de chaque corps, j'indiquerai constamment cette action sur le métal, sur son oxide natif, et sur le carbonate artificiel. C'est le seul moyen de donner une notice précise et méthodique de ce qui est connu sur cette substance nouvelle déja devenue si intéressante.

E. *Traitement par le feu et l'air.*

7. Le titane ne fond point au plus grand feu connu; il se recouvre des couleurs de l'iris à l'air, et s'oxide assez aisément; mais on n'a déterminé, ni son augmentation de poids, ni les degrés de son oxidation.

8. L'oxide de titane rouge chauffé dans un creuset passe au brun et perd son éclat. Au chalumeau, il perd sa transparence, devient d'un gris laiteux. Sur un charbon il devient encore plus opaque et d'un gris d'ardoise.

9. Le carbonate de titane artificiel, traité seul dans un creuset, perd 0,25 de son poids, devient jaune par la chaleur,

et reprend sa couleur blanche en refroidissant. Ainsi chauffé il n'est plus dissoluble dans les acides, et ne fait plus effervescence avec eux; il s'en dégage de l'acide carbonique et un peu d'oxigène en gaz : chauffé seul au chalumeau sur un charbon, il devient d'un beau jaune citron qui se dissipe par le refroidissement; il passe au noir par la surface qui touche au charbon. Ces changemens de couleur sont dus à la perte de différentes proportions d'oxigène.

F. *Traitement par les corps combustibles.*

10. On n'a point essayé encore de combiner le titane avec les corps combustibles.

11. L'oxide rouge natif, traité avec le carbone à un grand feu, comme on l'a vu, se réduit en grains agglutinés noirâtres, recouverts d'une pellicule métallique rouge et très-brillante.

12. On n'a encore essayé le carbonate de titane que par le carbone mêlé avec des sels fondans, et l'on a obtenu, en chauffant très-fortement ces mélanges, une masse métallique réduite sans fusion au moins complète, dont la surface était rouge et brillante, et dont les cavités intérieures étoient souvent tapissées de cristaux prismatiques, semblables à de l'oxide de manganèse. Quand le creuset se brise dans ces expériences, la matière répandue au dehors s'applique aux surfaces en une lame métallique du plus beau rouge pourpre, semblable à une feuille de clinquant : ce qui annonce une espèce de fusion du titane réduit assez manifeste, quoiqu'on n'ait jamais pu encore jusqu'ici l'obtenir en culot rassemblé, faute d'avoir des vaisseaux qui supportent, sans se fondre eux-mêmes, une chaleur au-dessus de 166 degrés du thermomètre de Weedgwood.

13. On n'a point traité encore le titane, son oxide natif ni son carbonate artificiel par l'hidrogène, le phosphore, le soufre, ni aucune substance métallique.

G. *Traitement par l'eau et par les oxides.*

14. On n'a point essayé l'action du titane sur l'eau et sur les oxides métalliques; en sorte qu'on ne peut rien dire de son rang d'attraction pour l'oxigène. Il n'y avait nul intérêt à examiner celle du carbonate de titane artificiel sur ces corps : on savait qu'il n'était pas soluble dans l'eau, puisqu'on l'avait séparé du carbonate alcalin, qui l'avait formé par ce liquide, et il était plus naturel d'essayer l'oxide natif avec les oxides métalliques, dans l'intention, en y ajoutant des matières réductives, d'obtenir par leur réduction commune des alliages métalliques.

15. Le mémoire des citoyens Vauquelin et Hecht contient plusieurs expériences sur cet essai de l'oxide natif de titane par divers oxides métalliques avec du charbon, de l'huile ou du flux noir, et exposés à un feu violent. Celui de plomb, au quart du premier, s'est trouvé disséminé en grenailles dans une masse brune noirâtre non fondue; celui d'arsenic, six parties contre une d'oxide de titane, a donné un verre noir, compact et bien fondu, sans apparence de matière métallique; celui de cuivre, à parties égales, n'a fourni qu'une scorie grise verdâtre, sous laquelle s'est trouvé un petit culot de cuivre pur; celui d'argent, aussi à parties égales, une scorie boursouflée, verte foncée, parsemée de petits grains d'argent, et recouvrant un bouton de ce métal pur et très-ductile. L'oxide de fer, avec parties égales et moitié d'oxide natif de titane, a donné dans plusieurs essais successifs, à l'aide d'un flux très-actif, des indices d'alliage entre les deux métaux. Cet alliage bien réduit, mais non fondu en culot, avait une couleur grise mêlée, à sa surface et dans son intérieur, de parties métalliques brillantes, d'une couleur jaune d'or. On voit donc que le titane ne s'unit que très-difficilement, ou même ne s'unit point au plomb, à l'arsenic, au cuivre, à l'argent, mais qu'il paraît susceptible de s'unir au fer.

H. *Traitement par les acides.*

16. Les expériences par les acides ont été beaucoup plus multipliées, et présentent des résultats beaucoup plus intéressans que la plupart des autres genres de traitement du titane. M. Klaproth a bien décrit les effets nuls de ces dissolvans sur l'oxide rouge natif de titane, et leur action sur le carbonate de ce métal. Les citoyens Vauquelin et Hecht ont fait connaître avec plus de soin et de détail encore ceux qu'ils exercent sur le titane métallique et sur son carbonate artificiel. Comme c'est dans ces divers effets que consistent les caractères les plus remarquables de ce nouveau métal, je les donnerai ici avec tout le développement convenable, pour les faire connaître avec exactitude.

17. Le titane (numéros 3 et 5), traité avec l'acide sulfurique concentré et bouillant, a donné du gaz acide sulfureux, et s'est changé en un oxide blanc, dont une partie est restée dissoute dans cet acide. Cette dissolution a présenté tous les caractères de celle du carbonate de titane dans le même acide dont il sera bientôt parlé : ainsi il n'y a pas de doute, comme le remarquent les citoyens Vauquelin et Hecht, que la matière métallique rouge obtenue par la réduction de l'oxide natif ne soit le métal titane.

18. L'acide nitrique, bouilli long-temps sur ce métal, n'a pas présenté d'effet très-marqué; cependant les points brillans de ce métal se sont changés en une matière blanche, ce qui annonce qu'ils se sont oxidés à leur surface.

19. L'acide muriatique étendu d'eau a donné beaucoup de gaz hidrogène avec le titane en scories bleues (il faut observer ici qu'on avoit obtenu trop peu de titane rouge, qui n'était qu'en enduit superficiel, pour le soumettre dans cet état à l'action de tous les acides); il s'est formé une quantité considérable de flocons blancs qui nageaient dans la liqueur.

L'acide nitro-muriatique l'a converti promptement en poudre blanche qui s'est dispersée et étendue dans le liquide, et la surface du métal s'est aussi couverte d'abord d'une pareille pellicule blanche. On verra bientôt que cette suspension du titane oxidé ici par la décomposition de l'eau, dans l'acide muriatique, est semblable à ce qui se passe entre le carbonate de ce métal et le même acide.

20. M. Klaproth a traité l'oxide rouge natif de titane de Hongrie par les acides sulfurique, nitrique, muriatique et nitro-muriatique, digérés à chaud pendant un temps assez considérable sur cet oxide en poudre. Il n'en a obtenu aucune action sensible, et l'oxide est resté sans altération. Les cit. Vauquelin et Hecht, en traitant de même l'oxide de titane rouge de Saint-Yriez, ont observé que l'acide sulfurique, concentré et bouillant, n'en a détaché que quelques traces à peine sensibles de fer sans l'altérer; qu'il en a été de même avec l'acide nitrique, et que le muriatique n'a fait qu'en modifier la couleur, qui est devenue un peu grise.

21. Il n'en a pas été de même du carbonate de titane obtenu par la fusion de son oxide natif avec le carbonate de potasse, dans les expériences de M. Klaproth, comme dans celles plus multipliées et plus détaillées encore des citoyens Vauquelin et Hecht. Tous les acides agissent d'une manière singulière sur ce carbonate, et il est évident que cela est dû, comme l'ont fait remarquer ces derniers chimistes, à l'absorption de l'oxigène et de l'acide carbonique, occasionnée par la fusion avec le carbonate de potasse. Il est vrai qu'il est singulier de voir un oxide natif non saturé d'oxigène, qui n'en prend point par l'action de l'acide nitrique, et qui s'en charge en le fondant avec le carbonate de potasse. On serait tenté de croire avec M. Klaproth, que dans cette fusion il a perdu plutôt une portion de l'oxigène qu'il contenait naturellement, et qui rendait son oxide natif indissoluble dans les acides, si les expériences des citoyens Vauquelin et Hecht ne les avaient

forcés de tirer une conclusion contraire des faits qu'ils ont observés avec beaucoup de soin.

22. M. Klaproth dit que le carbonate de titane, qu'il nomme *terre blanche* de ce métal obtenu par l'action du carbonate de potasse sur le schorl rouge, se dissout entièrement par la chaleur dans l'acide sulfurique étendu d'eau, et que cette dissolution claire, mise en évaporation, se convertit en une matière blanche et gélatineuse et opaque. Dans les expériences des citoyens Vauquelin et Hecht, le carbonate de titane, qu'on a fait bouillir avec de l'acide sulfurique à 40 degrés, a produit une effervescence, et a donné à la liqueur l'apparence laiteuse; il s'est formé beaucoup de flocons blancs, légers, semblables à du lait caillé; une chaleur plus forte en a produit la dissolution, et a donné une liqueur transparente; cette dissolution n'a point fourni de cristaux.

23. Suivant M. Klaproth, l'acide nitrique forme avec le carbonate de titane une dissolution transparente qui devient huileuse à l'air, et donne des cristaux transparens en rhombes alongés, comme tronqués dans deux points opposés, de manière à représenter des tables hexagones. Les citoyens Vauquelin et Hecht ont vu quelque chose de plus et de différent sur cette opération. Le carbonate de titane, suivant eux, fait une vive efflorescence avec l'acide nitrique concentré: quand on chauffe le mélange il se dégage du gaz nitreux; la liqueur reste toujours laiteuse; le sucre ajouté au mélange fait précipiter de l'oxide plus blanc que n'était le carbonate. Si l'on emploie de l'acide nitrique affaibli, l'oxide de titane est dissous, mais la dissolution se trouble par la chaleur. Ainsi le calorique s'oppose à la combinaison de cet oxide avec l'acide nitrique, en oxidant davantage le métal et en le rendant ainsi indissoluble dans cet acide.

24. Dans les recherches de M. Klaproth, le carbonate de titane s'est dissous dans l'acide muriatique; et cette dissolution a formé une gelée jaunâtre et transparente, dans laquelle il trouva

beaucoup de cristaux transparens cubiques. Les expériences des citoyens Vauquelin et Hecht présentent beaucoup plus de détails sur cette singulière combinaison. Le carbonate de titane s'est dissous avec effervescence dans l'acide muriatique concentré, et a pris une couleur jaune foncée en se dissolvant sans le concours de la chaleur ; la dissolution était jaune; quoique saturée elle étoit toujours acide ; chauffée, elle s'est réduite en un magma floconneux qui n'a été redissous ni par l'eau ni par de nouvel acide muriatique. Une autre dissolution pareille non chauffée est restée transparente ; à 60 degrés de chaleur, elle s'est prise ensuite en une gelée jaune transparente, d'une saveur acide très-styptique; par le refroidissement de cette gelée, elle a déposé beaucoup de petits cristaux qui se sont effleuris à l'air. En faisant bouillir cette dissolution il s'est dégagé de l'acide muriatique oxigéné ; l'oxide précipité par la chaleur ne s'est plus redissous dans l'acide muriatique : et les chimistes cités ont prouvé que cela était dû à une désoxidation, puisque bouilli long-temps avec de l'acide nitrique il y est redevenu dissoluble à froid. Ainsi il se passe ici le contraire de ce qui a lieu dans la dissolution nitrique ; l'oxide de titane a besoin d'être fortement oxidé pour s'unir à l'acide muriatique ; et dans cet état il ne s'y dissout qu'à froid, parce qu'à chaud l'acide lui enlève une portion de son oxigène qui le rend indissoluble. L'oxide de titane trop oxigéné ne peut pas se dissoudre dans l'acide nitrique ; et quand on chauffe fortement cette dernière dissolution, le titane, en décomposant l'acide nitrique et en lui enlevant de l'oxigène, puisqu'il en dégage du gaz nitreux, se sépare de cet acide, et rend la dissolution blanche comme du lait. Ainsi surchargé d'oxigène il se dissout à froid dans l'acide muriatique et il se désoxide à chaud. L'oxide de titane, séparé de l'acide muriatique par l'action du chalumeau, prend une belle couleur jaune de citron.

25. Les dissolutions d'oxide de titane, faites dans les acides, sont précipitées par le carbonate de potasse et par l'ammo-

niaque en flocons blancs, par le prussiate de potasse en vert de pré mêlé de brun, par la noix de galle en brun rougeâtre comme du sang, par l'acide arsenique et l'acide phosphorique en une poudre blanche. Le muriate de titane où l'on plonge de l'étain, devient d'abord rose pâle, ensuite rouge de rubis; le zinc change sa couleur jaune en violet, qui passe à l'indigo. La chaleur détruit ces belles nuances. Cette dissolution muriatique de titane n'est pas troublée par l'eau chargée d'hidrogène sulfuré; le sulfure d'ammoniaque la colore en vert sale et y forme un précipité d'un vert bleuâtre; le carbonate de titane blanc, ou l'oxide blanc séparé des acides se colore également en bleu verdâtre, lorsqu'on y jette du sulfure d'ammoniaque. Tous ces faits curieux par la beauté du spectacle et la variété des phénomènes ont été découverts par M. Klaproth et vérifiés par les citoyens Vauquelin et Hecht. Ils y ont ajouté le fait suivant: c'est que le précipité vert clair, formé dans le muriate de titane par le prussiate de potasse, passe par les nuances brillantes de purpurin, de bleu et de blanc où il s'arrête, quand on le décompose au milieu même de la liqueur où l'on vient de l'obtenir par l'addition des alcalis.

H. *Traitement par les bases alcalines et par les sels.*

26. On ne connaît pas l'action des alcalis et des sels sur le titane; il paraît qu'il sera susceptible d'être oxidé par les nitrates et les muriates suroxigénés.

27. L'oxide rouge natif de titane, chauffé avec quatre parties de potasse pure, se fond et se divise en prenant une couleur blanche; la division que l'alcali lui donne le rend dissoluble dans les acides, tandis qu'il ne l'est pas dans son état de densité naturelle.

28. Chauffé au chalumeau avec le phosphate de soude et d'ammoniaque, cet oxide natif se fond en bouillonnant, et fournit un globule noir en masse, mais dont les fragmens sont

violets. Avec le borax il donne un vert jaune foncé tirant sur le brun. On obtient des nuances pareilles, mais plus pures, plus nettes et plus transparentes avec le carbonate de titane traité par les mêmes sels ; ce qui paraît dépendre de ce qu'il est alors privé du peu de fer qu'il contient dans son état naturel.

29. On a déja dit plus haut que chauffé dans un creuset avec six parties de carbonate de potasse, l'oxide rouge natif de titane se fond, devient verdâtre, et qu'en délayant cette masse dans l'eau, celle-ci dissout l'alcali caustique, et laisse du carbonate de titane infiniment plus divisé qu'il n'était dans son état naturel. Ce résultat prouve qu'à chaud, l'oxide de titane a plus d'attraction pour l'acide carbonique que n'en a la potasse, à laquelle il l'enlève : et comme 100 parties pèsent 157 après cette opération, tandis que le carbonate de titane ne perd que 0,25 d'acide carbonique par la calcination, il est évident que l'oxide de titane, outre l'acide carbonique, a de plus absorbé à peu près 0,11 d'oxigène pendant son traitement par le carbonate alcalin. C'est cette expérience exacte qui a fait penser aux citoyens Vauquelin et Hecht, contre l'opinion de M. Klaproth, que, par l'effet de sa fusion alcaline, l'oxide natif de titane se brûlait plus qu'il n'était, qu'il devenait ainsi dissoluble dans l'acide muriatique. Il faut ajouter cependant que son état de division contribue aussi à le rendre dissoluble, puisqu'en le chauffant et en ne lui enlevant ainsi que de l'acide carbonique, le seul rapprochement de ses molécules suffit pour lui ôter ensuite sa dissolubilité.

K. *Usages.*

30. Il est peu présumable que le titane puisse devenir utile sous sa forme métallique, tant qu'on ne trouvera pas de moyen de le réduire complétement et de le fondre ; et ce dernier point paraît fort difficile à obtenir, puisque ce métal s'annonce

comme aussi difficile et peut-être plus difficile à fondre que le platine. Mais dans son état d'oxide, sur-tout purifié et atténué par sa fusion avec les alcalis, il pourra être employé avec beaucoup d'avantage pour colorer les émaux, les faïences et les porcelaines. Déja il sert à faire un beau jaune de paille sur la porcelaine de Berlin : et si à Sèvres on a renoncé à l'employer pour les bruns, dont on n'est jamais sûr d'obtenir une teinte uniforme, c'est qu'on n'a pris sans doute que l'oxide natif, dans lequel un peu de fer peut faire varier la vitrification et la nuance; mais purifié et plus oxidé, on peut en composer une brillante couleur jaune, comme à Berlin. D'ailleurs en variant son état d'oxidation, et en l'associant à d'autres oxides, on peut espérer d'en obtenir des violets, des orangés, des bruns et des verts, de beaucoup de teintes diverses.

ARTICLE VII.

De l'urane.

A. *Histoire.*

1. Au mois d'octobre 1789, une lettre de M. Crell, insérée dans le Journal de physique, apprit aux chimistes français que M. Klaproth, de Berlin, venait de découvrir, dans la *pech-blende* et le *glimmer* vert de Saxe, un nouveau *demi-métal*, qu'il avait nommé uranite. Elle annonçait que ce métal était plus difficile à réduire que le manganèse, que sa couleur externe était grise, et qu'à l'intérieur il tirait sur le brun clair; que sa pesanteur spécifique était de 6,440, son éclat peu considérable, sa dureté médiocre; qu'on pouvait le racler et le limer; que son oxide donnait, à l'aide d'un fondant, une couleur orangée foncée à la porcelaine.

2. En avril 1790, la Dissertation de M. Klaproth sur ce nouveau métal fut insérée toute entière dans le même journal. Voici l'ordre que l'auteur a donné à son travail ; il est divisé en dix-neuf paragraphes. Le premier expose les opinions des auteurs sur la *pech-blende* de Georges Wagsfort à Johan-Georgenstadt. M. Werner la rangeait dans les mines de fer ; il la soupçonna ensuite une combinaison d'acide tunstique avec ce métal.

Dans le second paragraphe, la mine du nouveau métal est décrite avec soin, et distinguée en deux variétés : la première, d'un gris d'acier pesant 7,500, mêlée de particules de sulfure de plomb ; la seconde, plus noire, plus brillante, moins dure, accompagnée d'une terre jaunâtre, mêlée de lames carrées vertes de *glimmer* ou *mica vert*.

Dans le troisième, il examine la pech-blende au chalumeau seul et avec des fondans salins.

Dans le quatrième, il la traite à la cornue et au grillage ; il en tire de l'acide sulfureux et du soufre ; il observe que, quand un vaisseau est ouvert, elle augmente de poids après avoir perdu son soufre.

Dans le cinquième, il l'examine par l'acide sulfurique et par l'acide nitrique qui la dissout mieux et en sépare le soufre.

Dans le sixième, il la traite par l'acide muriatique et par le nitro-muriatique, qui en sépare du soufre, y montre du plomb, et donne des cristaux du sel formé par le nouveau métal.

Dans le septième, il décrit quelques propriétés de ses dissolutions nitrique et nitro-muriatique.

Dans le huitième, il parle de ses précipitations par le prussiate, et celles par les alcalis, qui sont constamment jaunes.

Dans le neuvième, il énonce celles que forment les carbonates.

Dans le dixième, il fait connoître la dissolubilité de l'oxide du nouveau métal précipité de ses dissolutions par les acides ; elle est plus grande que celle de la mine.

Dans le onzième, on voit que la pech-blende est indissoluble dans les alcalis.

Dans le douzième, l'oxide par précipitation est examiné au chalumeau et par les fondans; l'auteur y parle d'essais infructueux pour sa réduction à l'aide des flux.

Dans le treizième et le quatorzième, il donne les procédés successifs par lesquels il a le mieux réussi à cette réduction.

Dans le quinzième, renonçant à pouvoir connaître les propriétés du nouveau métal à l'état métallique, il recherche la couleur que son oxide peut donner aux verres et à la porcelaine.

Dans le seizième, concluant de toutes les expériences précédemment décrites, que la pech-blende contient un nouveau métal, il le nomme *uranium*, en prenant, d'après les anciens philosophes, le nom de la nouvelle planète découverte par Herschel, *uranus*.

Dans le dix-septième, il parte d'un oxide métallique d'uranite natif et pur qui se trouve à la mine de Georges Wagsfort, et qui est la terre jaunâtre dont il a fait mention au second paragraphe.

Dans le dix-huitième et le dix-neuvième, il rapporte aux mines d'urane le *glimmer* ou *mica vert* qui se trouve au lieu déja cité et à Eibenstock, que Bergman a pris pour du muriate de cuivre, qui a été appelé *calcholite* par quelques minérologistes, et qui n'est que de l'oxide d'uranite coloré par de l'oxide de cuivre; il y en a qui est sans cuivre et d'une couleur jaune de cire. A la fin de sa dissertation, il conclut qu'il faut placer l'uranite, comme un nouveau genre, entre les métaux cassans d'une fusion difficile. Il en distingue trois espèces, 1°. l'uranite sulfureux, dont deux variétés, l'une d'un gris foncé mêlé de sulfure de plomb; l'autre noire et d'une apparence de charbon de terre; 2°. l'uranite en oxide jaune comme terreux; 3°. l'uranite cristallisé en tables carrées, dont il y a une variété pure et jaune, et une seconde teinte en vert par l'oxide de cuivre.

B. *Propriétés physiques.*

3. J'ai donné cette notice historique avec quelques détails, parce que j'ai voulu faire connaître et les difficultés que M. Klaproth a éprouvées pour réduire son nouveau métal, et l'impossiblilité où l'on est d'en décrire encore les propriétés, en même temps que la nécessité de s'en tenir à examiner celles de son oxide. J'observerai que le nom d'*uranium*, donné par le chimiste de Berlin, et traduit jusqu'ici en français par celui d'uranit ou d'uranite, me paraît, ainsi qu'au citoyen Guyton, beaucoup mieux rendu, et plus adapté à notre langue, par le mot *urane*, dont je me servirai dorénavant.

4. Si l'on rapproche le peu de notions qu'on a sur les propriétés physiques de l'urane, métal dont les mines sont jusqu'à présent très-rares, et qu'aucun chimiste français n'a encore obtenu faute de matière première; on trouve que ce métal n'a pu être retiré qu'en une masse un peu cohérente, formée de petits globules métalliques agglutinés, ainsi que plusieurs des métaux précédens. Sa couleur, d'un gris foncé, est d'un brun pâle en le rayant. Il a peu de brillant, à cause de la porosité de cette masse agglutinée; on le ratisse avec le couteau et on le raie avec la lime. Il est comme intraitable et infusible.

C. *Histoire naturelle.*

5. On distingue aujourd'hui trois espèces de mines d'urane.

A. La première est le *sulfure d'urane;* il est noir plus ou moins foncé, luisant dans sa cassure, quelquefois lamelleux; c'est la pech-blende ou blende de poix de plusieurs minéralogistes; il pèse entre 6,37 et 6,53. M. Klaproth lui donne une pesanteur de 7,50. Le sulfure de zinc, avec lequel on l'a confondu, ne pèse que 4,16. Il contient, à ce qu'il paraît, peu de soufre; on y trouve souvent du fer et du sulfure de plomb.

L'urane y est à l'état métallique. M. Klaproth en a distingué deux variétés.

B. La seconde est l'*oxide d'urane natif.* Il est toujours sous la forme de poussière jaune à la surface du sulfure : il y en a des variétés brunes ou noirâtres à cause de l'oxide de fer qui lui est mêlé ; quelques minéralogistes lui ont donné dans cet état le nom d'*uranochre.* Sa pesanteur spécifique est 3,24. Quand il est d'un jaune pur, égal et clair, on peut l'employer aux expériences chimiques comme un oxide d'urane pur.

C. La troisième mine de ce métal est le *carbonate natif d'urane.* Il y en a deux variétés bien distinctes; l'une, d'un vert pâle, et quelquefois même d'un blanc d'argent, dit M. Klaproth : celui-là ne contient que peu ou point d'oxide de cuivre ; il est très-rare : l'autre est d'un vert foncé très-brillant ; c'est le *mica vert*, le *glimmer*, le *chalcholite* ou *pierre d'airain des auteurs.* On l'a pris tantôt pour du mica, tantôt pour un sulfate de barite, tantôt pour un muriate de cuivre. M. Klaproth ne l'a indiqué que comme un oxide d'urane mêlé d'oxide de cuivre. On y a trouvé depuis de l'acide carbonique. Il est cristallisé en petites lames carrées, à doubles biseaux sur leurs bords, c'est-à-dire, en octaèdres naissans, et non pas tronqués, comme l'ont faussement prononcé tant de minéralogistes. Quelquefois, quoique très-rarement, on en trouve des cristaux en octaèdres complets, M. Klaproth l'indique sous la forme cubique.

On ne connaît point encore d'urane natif, ni en alliage, ni son oxide combiné avec d'autres acides que le carbonique.

D. *Essais et métallurgie.*

6. Il n'y a encore ni essais réguliers des mines d'urane, ni, à plus forte raison, de travaux métallurgiques sur cette substance métallique, qu'on n'a trouvée, il est vrai, qu'en

petite quantité en Saxe. M. Klaproth ayant, jusqu'à un certain point, réussi à en extraire le métal, on peut regarder, et je dois décrire ici son procédé comme une méthode docimastique. L'oxide jaune d'urane, précipité de ses dissolutions par un alcali, ayant été mêlé avec de l'huile de lin pour en faire une pâte, il brûla celle-ci dans un têt : il resta une poudre noire qui avait perdu un peu plus du quart de son poids ; elle fut mise dans un creuset brasqué et bien fermé, et exposé au feu dans un fourneau de porcelaine, à côté d'un autre creuset contenant, pour terme de comparaison, de l'oxide de manganèse traité de même. Après l'action du feu, celui-ci était bien réduit ; mais l'oxide d'urane était sous la poudre de charbon en une masse cohérente, friable sous le doigt en une poudre noire déja brillante, qui décomposa l'acide nitrique avec effervescence et vapeur rouge : d'où M. Klaproth conclut que l'oxide d'urane s'était réduit, mais sans se fondre, parce qu'il était plus infusible encore que le manganèse. Ce même urane en poudre noire fut placé dans un têt brasqué à essai, recouvert de borax calciné, puis bien fermé. Il exposa ce vase à l'endroit le plus chaud du four de porcelaine : ce fut à ce second traitement qu'il obtint la masse métallique consistant en très-petits globules agglutinés.

7. Quant à la docimasie, les détails suivans, qui appartiendront presque tous à l'oxide plutôt qu'au métal, en exposeront les procédés.

E. *Oxidabilité par l'air.*

8. L'urane rougi au feu et au milieu de l'air, et par la flamme du chalumeau, n'a subi aucun changement : en sorte qu'il paraît être difficilement combustible et oxidable. Dans un essai avec le phosphate de soude et d'ammoniaque, la surface du globule fut teinte en vert d'herbe.

9. L'oxide jaune d'urane ne se fond point ; il devient d'un

gris brunâtre quand on le chauffe long-temps à l'air. On ne sait s'il acquiert ou s'il perd ainsi de l'oxigène.

F. *Traitement par les combustibles.*

10. On a vu que cet oxide se réduit par le charbon à chaud. On n'a point encore tenté d'unir l'urane avec le soufre, quoiqu'il soit très-vraisemblable qu'on formera ainsi artificiellement sa mine. On ne connaît pas non plus sa combinaison avec le phosphore. Il paraît que l'urane s'y unit assez facilement, puisque M. Richter, en traitant l'oxide d'urane par le sang de bœuf au feu de forge, a obtenu un culot analogue au cobalt pour la couleur, très-aigre et très-cassant, qui, comme le pense M. Gren, est manifestement phosphoré, et doit sa grande fusibilité au phosphore qu'il contient.

11. On n'a encore aucune connaissance sur les alliages dont le titane sera susceptible, et l'on ne trouve dans les recherches de M. Klaproth aucune expérience qui y ait rapport.

G. *Action sur l'eau et sur les oxides.*

12. Il en est de même de son action sur l'eau et sur les oxides métalliques; elle n'a point été appréciée, et on ne peut rien dire de ses attractions comparées pour l'oxigène.

H. *Traitement par les acides.*

13. Excepté la décomposition de l'acide nitrique par l'urane en poudre noire brillante que j'ai déja citée à l'article de l'essai, il n'y a nul fait connu encore sur l'action réciproque de ce métal et des acides: mais celle de ces corps brûlés sur l'oxide d'urane a été mieux appréciée; et c'est même en cela que consistent et la principale partie du travail de M. Klaproth, et les caractères les plus remarquables du métal dont je parle.

14. L'oxide jaune d'urane se dissout facilement dans l'acide sulfurique étendu d'eau, et donne par l'évaporation un sel de couleur citrine, en petits prismes réunis en faisceaux. Ce sulfate d'urane diffère par sa couleur, sa forme, et ses autres propriétés de tous les sels métalliques connus.

15. L'acide nitrique dissout également avec beaucoup de facilité l'oxide d'urane ; la dissolution évaporée lentement donne de gros cristaux en tables hexagones, d'un vert serin, ou d'un vert jaunâtre très-réguliers. Ce nitrate d'urane est un des plus beaux sels métalliques qui soient connus.

16. L'acide muriatique dissout aussi l'oxide d'urane, et fournit, suivant M. Richter, de petits cristaux jaunâtres et déliquescens de muriate d'urane.

17. L'acide fluorique se combine à cet oxide, le dissout, et forme un sel cristallisé inaltérable à l'air.

18. L'acide phosphorique, uni à l'oxide d'urane, forme avec lui des flocons d'un blanc jaunâtre, très-peu dissolubles dans l'eau.

19. On unit l'acide arsenique avec cet oxide en décomposant le nitrate d'urane par les arseniates alcalins. On obtient un précipité d'un jaune blanchâtre.

20. On obtient de même, suivant M. Richter, du molybdate d'urane en poudre, d'un jaune blanc avec des reflets brunâtres, en versant dans du nitrate de ce métal la dissolution de molybdate de potasse.

21. Les dissolutions acides d'oxide d'urane sont précipitées par les sulfures alcalins, en jaune brunâtre, et leur surface se couvre en même temps d'une pellicule grise métallique : l'infusion de la noix de galle, jetée dans une de ces dissolutions, dont l'excès d'acide est absorbé par un alcali, y forme un précipité brun de chocolat. Le zinc, le fer et l'étain qu'on y tient plongés, n'en séparent rien, et n'en modifient pas la couleur, ni à chaud ni à froid. Les alcalis fixes précipitent de ces dissolutions un oxide d'urane d'un jaune citron ou d'un

jaune de coing: l'ammoniaque y donne un précipité plus jaune; les carbonates alcalins en séparent un carbonate d'urane d'un jaune blanc, qui se redissout dans un excès des précipitans.

I. *Traitement par les bases et les sels.*

22. Les alcalis fixes ne dissolvent pas l'urane ni son oxide par la voie humide, même par l'ébullition; l'oxide y prend seulement une couleur brune foncée. Les carbonates alcalins, au contraire, le dissolvent facilement, et les acides précipitent de ces dissolutions un oxide d'une couleur jaune claire.

23. L'oxide d'urane se combine avec les sels fondans, et leur communique différentes couleurs, suivant leur nature, sa proportion et son état. On connaît entre autres les colorations suivantes.

A. Huit parties de silice préparée, quatre parties de potasse et une demi-partie d'oxide d'urane, donnent par la fonte un verre d'un brun clair transparent. La soude, substituée à la potasse dans cette composition, produit un verre d'un gris noir.

B. Une partie d'oxide d'urane, huit parties de silice, et autant de borax calciné, forment un verre semblable à la topaze enfumée.

C. La même proportion entre la silice, l'oxide d'urane et l'acide phosphorique vitreux, donnent un émail vert-pomme, semblable à la prase ou à la chrysoprase.

D. Une demi-partie de cet oxide et huit parties d'acide phosphorique vitreux fondus ensemble, fournissent un verre transparent couleur d'émeraude.

K. *Usages.*

24. L'urane n'a point encore été employé à cause de sa

rareté et du peu de recherches auxquelles on l'a encore soumis. Il est évident, d'après ce qui vient d'être exposé et d'après l'observation de la couleur orangée, que son oxide donne à la porcelaine, qu'il pourra servir, pour la fabrication des verres colorés, des émaux, des faïences et des porcelaines.

ARTICLE VIII.

Du cobalt.

A. *Histoire.*

1. Le cobalt, nommé aussi quelquefois cobolt, inconnu aux anciens, qui faisaient leurs émaux bleus avec certaines préparations de fer, suivant Gmélin, a été, à ce qu'il paraît, employé et connu pour la vitrification en bleu dès la fin du seizième siècle. Preussler en 1571, Jenitz et Harren en 1575, ont élevé, les premiers, des manufactures de verre de cobalt en Bohême et en Saxe. Ce n'est que vers 1732 que Brandt, chimiste suédois, a tiré, avec quelque soin, le cobalt de ses mines, et la fait connaître comme un métal particulier, différent de tous les autres métaux. Lehman, dans sa Cadmiologie, publiée en 1761, en a étudié l'histoire et les propriétés avec beaucoup de profondeur et de détails pour le temps; mais il s'est plus occupé de ses mines et du bleu vitreux que du métal lui-même. Bergman a beaucoup ajouté à ce qu'on savait avant lui; il a mis beaucoup plus d'exactitude que ses prédécesseurs dans l'examen de ce métal; il en a décrit les ressemblances et les différences avec le nickel, le manganèse, le fer, dont le cobalt se rapproche beaucoup; il a fait voir qu'il était très-difficile à purifier. On n'a presque rien fait depuis lui. La plupart des auteurs systématiques en ont peu traité. Macquer, dans son *Dictionnaire de chimie*, n'a

donné en une demi-page que quelques généralités inexactes sur ce métal. En général il a été beaucoup trop négligé dans les ouvrages de chimie. Il y a encore des chimistes qui le regardent comme un alliage. On verra combien leur opinion est peu fondée.

B. *Propriétés physiques.*

2. Le cobalt, extrait et purifié par les procédés qui seront décrits plus bas, est d'une couleur grise tirant sur le rose ou sur le rouge, d'un grain ou tissu grenu très-fin et très-serré. Sa cassure est raboteuse, et on n'y apperçoit aucun indice de lames. Il est facile à réduire en poudre très-fine. Sa poussière est grise et peu brillante. Il a toujours été rangé parmi les demi-métaux, en raison de sa fragilité. Sa pesanteur spécifique est, suivant Bergman, de 7,700, et, suivant le citoyen Guyton, de 7,811. Ce dernier chimiste lui donne le sixième rang, pour sa dureté, entre les métaux. Il le place, par cette propriété, à côté de l'étain, après le zinc et l'or, avant le plomb et l'antimoine. Il n'a ni saveur ni odeur bien déterminées; cependant, quand on le frotte long-temps sur les doigts, il les tache et y laisse une impression sensible au palais et au nez.

3. On n'a point apprécié le rapport de la propriété conductrice, électrique, et de la dilatabilité du cobalt, avec celles des autres métaux. Quelques auteurs ont prétendu qu'il était magnétique par lui-même; mais il est vraisemblable que ce magnétisme est dû à un peu de fer qui reste presque toujours allié au cobalt, et dont il est très-difficile de le priver entièrement.

4. Le cobalt est un des métaux les plus difficiles à fondre. Cependant il n'approche pas de l'infusibilité du titane, de l'urane, du chrome, ni même du platine et du manganèse. Plusieurs auteurs l'ont rangé à côté du fer en raison de cette propriété, et le citoyen Guyton estime en effet sa fusibilité à 130 degrès du pyromètre de Weedgwood, comme celle du fer. M. Kirwan compare sa fusibilité à celle du cuivre; mais elle

est beaucoup moindre. Il rougit bien avant de se fondre. Il coule difficilement, ou il n'a qu'une fusion un peu épaisse dans nos fourneaux. En le laissant refroidir lentement et en décantant la portion liquide du milieu de sa masse déja figée sur les bords, on trouve sa cavité tapissée de cristaux prismatiques ou aiguillés en faisceaux, que la loupe montre placés irrégulièrement les uns sur les autres, comme des prismes de basaltes écroulés. On réussit bien à cette cristallisation en inclinant le creuset où le métal est fondu, au moment où sa surface se fige ; à mesure que la portion liquide s'épanche, celle qui adhère à la partie déja figée offre les prismes entassés.

C. *Histoire naturelle.*

5. On ne connaît encore avec précision que quatre états du cobalt dans la nature, ou quatre mines de ce métal ; car on ne l'a jamais trouvé pur ou natif dans la terre. Dans la première, il est allié avec de l'arsenic, tous deux à l'état métallique ; dans la seconde, le métal est combiné au soufre et à l'arsenic en même temps ; la troisième est un oxide de cobalt, et la quatrième une arseniate du même métal.

6. La première espèce, le *cobalt arsenié*, nommée communément *mine de cobalt arsenical*, est d'un gris ou d'un blanc plus ou moins brillant, quelquefois mêlé de rouge, d'un grain fin et serré, semblable à celui du cobalt, sans lames sensibles dans sa cassure, pesant 772 ; plus blanche et plus brillante lorsqu'elle est cristallisée, que dans ses morceaux informes et imitant alors le beau blanc de l'argent. Ses formes variées sont le cube lisse, l'octaèdre, le cubo-octaèdre ou le cube à huit facettes angulaires. Des fragmens de ce cobalt arsenié, plongés dans la flamme d'une bougie, donnent une vapeur à odeur d'ail : au chalumeau, cette vapeur est plus abondante, et la parcelle chauffée en devient attirable; ce qui semble annoncer que cette mine recèle un peu de fer.

7. La seconde espèce, nommée *cobalt gris* par le citoyen Haüy, parce que sa nature n'est pas bien déterminée encore, mais que plusieurs minéralogistes ont appelée *mine de cobalt arsenico-sulfureuse*, ou *cobalt avec fer et arsenic minéralisé par le soufre*, diffère de la précédente par sa couleur grise d'étain et un peu jaunâtre à l'intérieur, par sa pesanteur moindre, qui va entre 633 et 645, par sa structure très-lamelleuse, par l'absence de vapeur et d'odeur d'ail en la présentant à la flamme d'une bougie, par l'une et l'autre de ses propriétés sensibles au chalumeau, mais moins fortes que dans le cobalt arsenié, et parce qu'elle ne devient point attirable à l'aimant, comme ce dernier, après avoir été chauffée. Cette mine, dont la forme du noyau est le cube, affecte, pour formes secondaires, l'octaèdre, le dodécaèdre à plans pentagones, l'icosaèdre, le solide cubo-dodécaèdre, et le solide cubo-icosaèdre, comme le sulfure de fer qu'on trouve souvent mêlé avec elle. Les cristaux cubo-dodécaèdres, qui se trouvent souvent dans ce cobalt, ont, comme ceux du sulfure de fer, leurs facettes rectangles, chargées de stries longitudinales avec des directions différentes sur ses trois facettes non parallèles entre elles. Cette analogie, si remarquable de forme, peut faire croire que cette mine est du sulfure de fer tenant du cobalt. Le citoyen Haüy observe cependant qu'il existe des variétés de cobalt gris qu'on ne trouve point dans le sulfure de fer, et entr'autres celle qu'il nomme *cobalt gris partiel*, parce que le décaèdre ou l'octaèdre cunéiforme avec deux facettes marginales rectangles sur les arêtes extrêmes qu'elle représente, résulte des lois de décroissement, qui, au lieu de se répéter sur toutes les parties du noyau semblablement situées, n'agissent que par rapport à quelques-unes, et n'ont ainsi qu'une existence partielle. Ce cobalt gris n'a point encore été analysé avec exactitude, quoique ce soit l'espèce de mine la plus employée dans quelques arts, et notamment dans les manufactures de porcelaine.

8. La troisième espèce est l'oxide de *cobalt noir*, nommé

par les minéralogistes *cobalt en efflorescence de couleur noire*, *mine de cobalt vitreuse*; elle est en masses noires friables, semblables à des scories, ou en efflorescence noire, salissant les doigts, souvent mêlée d'oxide de fer. C'est un oxide de cobalt pur.

9. La quatrième espèce est *l'arseniate de cobalt*, nommé par les minéralogistes *fleurs de cobalt*, *cobalt en efflorescence*. Il est de couleur lilas, gris de lin, fleurs de pêcher, lie de vin; tantôt en simple efflorescence, tantôt en rosettes formées d'aiguilles de couleur foncée qu'elles conservent, même après la pulvérisation, quelquefois en petits prismes à quatre pans, terminés par des sommets à deux faces. Il exhale une forte odeur d'ail en le chauffant sur des charbons, et perd alors sa couleur en devenant noirâtre. Souvent il est disséminé en poudre sur des oxides de fer, de cuivre, sur des mines mélangées contenant de l'argent natif, et c'est alors ce que les minéralogistes ont nommé improprement *mine d'argent*, *merde d'oie*, à cause des nuances très-variées que présentent les différens oxides dont ce fossile est mélangé.

10. La plupart des minéralogistes ont bien plus multiplié les mines de cobalt que je ne l'ai fait ici. Ils ont décrit une mine de cobalt sulfureuse ou un sulfure de cobalt pur, découverte en 1742 par Brandt à Bastnaës, près de Riddarhytan en Suède; mais Cronstedt, Wallerius et Romé-Delisle l'ont regardée comme du fer sulfuré, tenant du cobalt, ou du cobalt sulfuré tenant du fer, tandis que Bergman croit que le cobalt et le fer y sont seulement souillés d'acide sulfurique, et admet, d'un autre côté, un cobalt sulfuré, contenant très-peu de soufre. Il y a donc beaucoup d'incertitude sur cette mine, qui n'est d'ailleurs pas connue des minéralogistes français, et qui est décrite fort diversement et souvent d'une manière opposée par différens auteurs. Le baron de Born, en leur faisant ce reproche, indique un oxide de cobalt sulfuré, qui n'est pas non plus reconnu des autres minéralogistes.

11. Le *cobalt tricoté* des minéralogistes n'est pas non plus

une véritable mine de ce métal ; ce n'est que de l'argent en dendrites, altéré par son union avec l'arsenic et le cobalt. On a donné encore mal à propos le nom de *cobalt testacé* à de l'arsenic natif écailleux, et j'ai fait remarquer dans l'histoire de ce dernier métal que cette erreur bien dangereuse étoit souvent commise dans les boutiques des droguistes.

12. Les quatre mines de cobalt, distinguées et décrites ci-dessus, se trouvent à Bastnaës et dans d'autres parties de la Suède, en Hongrie, en Autriche, en Bohême, en France, dans les Pyrénées, dans les Vosges, dans un grand nombre d'autres lieux.

D. *Essais et métallurgie.*

13. Pour faire l'essai d'une mine de cobalt par la voie sèche, et savoir combien de métal elle peut fournir, on la pile, on la lave, on la grille dans un têt découvert en l'agitant sans cesse jusqu'à ce qu'elle ne donne plus de vapeur d'arsenic. On mêle l'oxide de cobalt en poudre noire qui provient de ce grillage, avec trois fois son poids de flux noir et un peu de muriate de soude décrépité ; on fond ce mélange dans un creuset brasqué et couvert au feu de forge ; quand la fonte est complète et que la matière est parfaitement liquide, on agite légèrement le creuset, et on le frappe à petits coups avec une tringle de fer, afin de rassembler en culot et faire bien précipiter les globules métalliques. On trouve souvent, en cassant ensuite le creuset refroidi, deux culots métalliques au-dessous d'une scorie vitreuse bien fondue ; le cobalt occupe le haut, et le bismuth le dessous, parce qu'il est plus lourd : on le sépare aisément d'un coup de marteau. Ces deux métaux se rencontrent dans ces essais, parce que très-souvent les mines de cobalt sont mêlées dans la nature avec celles de bismuth ; mais on ne les a point lorsqu'on choisit avec soin la mine de cobalt et qu'on en sépare exactement celle de bismuth. Il faut observer que le cobalt ainsi obtenu contient presque

toujours de l'arsenic, du nickel et du fer ; on verra par la suite comment on peut le purifier. Cependant, en employant du cobalt gris bien cristallisé, on peut se procurer ce métal, aussi pur qu'il est possible, par le simple procédé de réduction décrit ; on tire de 60 à 0,80 de cobalt de ses mines les plus riches, et 0,25 seulement des plus pauvres.

14. Bergman et M. Kirwan ont donné des méthodes pour la docimasie humide des mines de cobalt. Elles consistent à les traiter par l'acide nitrique, qui oxide et dissout le cobalt et le fer ; on précipite ces oxides par le carbonate de soude, on les lave et on les sépare par l'acide nitrique, qui dissout celui de cobalt sans toucher à celui de fer. Les mines de cobalt qui contiennent de l'oxide de ce métal sont très-attaquables par l'acide muriatique. Celles qui sont difficiles à dissoudre dans les premiers acides indiqués, se dissolvent par l'acide nitro-muriatique. Bergman regardait la plupart des mines de cobalt comme contenant ce métal natif ; et il n'admettait à l'état d'oxide que la mine vitreuse et l'arseniate de cobalt.

15. Scheffer conseille de reconnaître et de déterminer la propriété colorante des mines de cobalt, parce que c'est par cette propriété qu'elles sont utiles aux arts, en les fondant avec trois parties de potasse commune et cinq parties de verre en poudre ; mais ce procédé n'est pas à beaucoup près aussi exact et aussi utile qu'il paraît l'être. Il faut séparer le soufre et l'arsenic par un grillage préliminaire, et oxider le cobalt pour le rendre plus susceptible de se combiner au verre : encore cette méthode n'a-t-elle que peu d'avantages réels, puisqu'il n'y a pas de terme de comparaison exacte entre les diverses matières vitrifiées et colorées en bleu par cet oxide. Ce moyen ne peut donc être qu'approximatif et propre à guider le travail en grand.

16. Ce n'est pas pour en extraire le métal qu'on exploite et qu'on travaille en grand les mines de cobalt. Après avoir pilé et lavé cette mine, quelle qu'elle soit, on la grille dans

un fourneau qui se termine par une longue galerie horizontale, construite en planches, et qui sert de cheminée ; pendant le grillage, l'arsenic que contient toujours la mine de cobalt (car on doit remarquer que presque toujours deux ou trois des quatre espèces de mines qui ont été décrites se trouvent ensemble dans les filons ou les masses de minéraux cobaltiques que l'on extrait de la terre), l'arsenic s'oxide et se sublime dans la galerie où il se dépose couche par couche, et d'où on le détache de temps en temps sous le nom d'arsenic blanc. Si la mine est mêlée de bismuth, ce métal se réduit, se fond promptement, et se rassemble au fond du fourneau ; le cobalt reste dans l'état d'un oxide noirâtre, pulvérulent, qui, mêlé avec deux ou trois fois son poids de cailloux rougis au feu et broyés, forme l'espèce de poudre grise qu'on vend dans le commerce sous le nom de *safre*. Celui-ci, fondu avec trois fois son poids de flux noir, un peu d'huile ou de suif et de muriate de soude dans un creuset brasqué, sert souvent dans les laboratoires de chimie, à obtenir le cobalt métallique, quand on ne peut pas se procurer sa mine. Il faut, à la vérité, beaucoup de fondant et un feu très-fort pour réduire et rendre bien liquide ce métal, de manière à l'avoir sous forme de culot ; souvent encore il est impur, mêlé de fer, d'arsenic et de nickel ; du bismuth s'en sépare aussi : de sorte qu'on ne doit avoir recours à cet oxide mélangé que dans le cas où l'on ne peut pas se procurer de mine pure de cobalt. On peut le laver avant de le réduire et de le fondre, afin d'emporter la silice et d'avoir l'oxide seul. On retire ainsi près de la moitié de terre, et l'oxide métallique qui reste après le lavage fournit un quart de son poids de ce métal.

E. *Oxidabilité par l'air.*

17. Le cobalt s'oxide sans qu'il soit nécessaire de le fondre,

en le faisant chauffer et légèrement rougir dans un vaisseau plat, dans une espèce de têt large ; et en l'agitant dans l'air, sa poussière perd sa couleur rosée et son brillant ; elle devient d'abord d'un gris foncé qui passe peu à peu au noir, ou plutôt à une espèce de bleu si intense qu'il paraît noir. A un feu très-violent, ce dernier oxide se fond en un verre bleu-noir. Le cobalt, fondu avec le contact de l'air, se couvre d'une pellicule terne qui n'est qu'un commencement d'oxidation, et qui donne la même poussière noire, lorsqu'on la fait chauffer en l'agitant long-temps dans l'atmosphère.

18. On n'a point encore déterminé le degré de température où le cobalt fondu peut s'enflammer. Il paraît qu'en s'oxidant il absorbe 0,40 de son poids primitif d'oxigène. Le citoyen Guyton le place au premier rang d'oxidabilité, à côté du manganèse, du fer, du zinc et du nickel. La propriété caractéristique et la plus utile de son oxide, c'est de se fondre en verre bleu, et de colorer de la même teinte, avec une grande énergie, toutes les matières avec lesquelles on le vitrifie ; il est facilement réductible par le charbon, qui lui enlève, à la chaleur rouge, son oxigène ; il ne donne point ce principe par la seule action du calorique et de la lumière.

F. *Union avec les combustibles.*

19. On ne connaît pas de combinaison entre l'azote, l'hidrogène, le carbone et le cobalt, quoiqu'il ne soit pas invraisemblable que ces combinaisons existent.

20. Pelletier a fait connaître l'union du cobalt avec le phosphore. En projetant, sur du cobalt, en petits fragmens rougis dans un creuset, des morceaux de phosphore, le cobalt entre sur-le-champ en fusion ; il absorbe ainsi environ un quinzième de son poids de phosphore, et il présente à sa surface une croûte d'oxide d'un rose violet. On forme le même phosphore de cobalt en faisant fondre dans un

creuset un mélange de parties égales d'acide phosphorique vitreux et de cobalt, mêlés avec un huitième de leur poids de poussière de charbon. A mesure que l'acide passe à l'état de phosphore, il s'unit au cobalt qui se fond; et l'on a un culot de phosphure de cobalt recouvert d'un verre d'un très-beau bleu. Le phosphure de cobalt, préparé par l'un ou l'autre de ces procédés, est exactement le même composé : c'est un corps de couleur métallique éclatante, plus blanche que le cobalt, tirant sur le bleu, fragile, et légèrement aiguillé dans la cassure. Plus fragile que le métal, il perd son brillant à l'air; chauffé et tenu en fusion au chalumeau, le phosphore se dégage du globule métallique et vient brûler à sa surface; il reste à la fin un globule vitreux d'un bleu foncé : ce qui prouve que le cobalt s'oxide promptement par la fusion et la combustion du phosphore dans l'air, à mesure que celui-ci s'en dégage.

21. Le soufre ne s'unit que difficilement au cobalt, en sorte qu'on ne connaît pas l'union de ces deux corps combustibles; mais on peut les combiner à l'aide des alcalis. Ce métal est dissoluble dans les sulfures alcalins par la voie sèche, et il résulte de cette combinaison un sulfure à facettes larges, d'une couleur blanche ou jaunâtre, une sorte de mine artificielle dont le feu ne dégage que très-imparfaitement le soufre, et qu'on ne peut décomposer que par les acides.

22. Le cobalt s'allie à beaucoup de substances métalliques, et il forme des métaux grenus, cassans et aigres; il s'unit à l'arsenic, qu'il retient avec beaucoup d'opiniâtreté et qu'on a beaucoup de peine à en dégager.

G. *Action sur l'eau et sur les oxides.*

23. Il n'y a aucune action du cobalt sur l'eau ni sur les oxides métalliques, et ce métal n'a point assez d'attraction avec l'oxigène pour l'enlever à ces corps.

H. *Action sur les acides.*

24. Les acides attaquent tous, ou le cobalt, ou l'oxide de cobalt. L'acide sulfurique, concentré et bouillant, est décomposé par ce métal; il se dégage du gaz acide sulfureux; il se forme une masse grise, épaisse, tirant sur le rose. En lessivant cette espèce de magma, l'eau dissout du sulfate de cobalt et donne une liqueur gris-de-lin. Celle que les auteurs ont vue verte est due à du nickel que contient quelquefois le cobalt; mais cette couleur ne se montre jamais avec du cobalt bien pur : il en est de même des deux sortes de cristaux obtenus de cette dissolution, dont plusieurs chimistes ont fait mention. Le sulfate de cobalt cristallise en petites aiguilles ou en prismes tétraèdres, rhomboïdaux, terminés par des sommets à deux côtés. Ce sel rougeâtre est décomposable au feu, donne ainsi un oxide de cobalt légèrement gris-de-lin ou noirâtre, s'il a été poussé à une grande chaleur. Il se fond, se boursoufle et bouillonne avec bruit au chalumeau. Les alcalis et les terres alcalines le décomposent et en précipitent un oxide d'un jaune un peu rose ou couleur de chair; cent parties de cobalt fournissent cent quarante parties de ce précipité par les alcalis purs. Lorsque la précipitation est faite par des carbonates alcalins, on obtient cent soixante parties de précipité sur cent parties de carbonate employé. L'oxide de cobalt, sous la forme de *safre*, se dissout facilement dans l'acide sulfurique étendu d'eau, et constitue un sel en tout semblable à celui qui est préparé avec le métal.

25. Le cobalt décompose l'acide nitrique avec effervescence et dégagement de gaz nitreux, sur-tout à l'aide d'une chaleur douce; le métal est oxidé et se dissout à mesure dans l'acide. La dissolution est d'une couleur de chair ou gris-de-lin foncé; quand elle est concentrée, elle tire sur le brun. En l'évaporant avec précaution, elle donne de petits cristaux prismatiques rougeâtres, qui sont déliquescens, qui bouillonent sur les

charbons ardens sans détoner, et qui laissent un oxide rouge foncé après leur décomposition par le feu. Les précipités de ce nitrate de cobalt par les alcalis sont comme ceux du sulfate, excepté qu'ils ont une couleur plus vive et plus brillante : aussi est-ce de ce sel que l'on précipite presque toujours l'oxide de cobalt pour les émaux et pour les porcelaines. Un excès d'alcali redissout cet oxide ; l'ammoniaque sur-tout a cette propriété, tant que le précipité est suspendu dans la liqueur : cependant, lorsqu'il est déposé et condensé, on peut se servir de l'ammoniaque pour dissoudre l'oxide de nickel qui peut y être mêlé et qui l'altère. L'acide nitrique est celui de tous les acides qui dissout le moins facilement le safre ou oxide de cobalt mêlé de silice.

26. L'acide muriatique ne dissout point le cobalt à froid ; à l'aide de la chaleur il en dissout un peu : on n'a point observé le gaz qui se dégage pendant cette dissolution ; ce doit être du gaz hidrogène. Cet acide dissout avec un grande facilité le cobalt oxidé ; plus même son oxidation est forte, et plus il est vivement attaqué. C'est ainsi qu'on enlève au safre, par l'acide muriatique, tout ce qu'il contient d'oxide de cobalt. Cet acide l'enlève aussi à l'acide sulfurique ; il forme une dissolution d'un brun rouge, qui, par l'évaporation, fournit un muriate de cobalt cristallisé en petites aiguilles déliquescentes. Cette dissolution a cela de remarquable, qu'elle devient d'un beau vert lorsqu'on la chauffe ; elle constitue l'encre de *sympathie*, la plus prononcée et la première connue : on l'étend d'abord d'eau jusqu'à ce qu'elle soit sans couleur ; on écrit avec cette liqueur sur du papier blanc ; les caractères que l'on trace disparaissent en sèchant ; mais approché du feu, le papier présente bientôt les lettres tracées en beau vert céladon, qui disparaissent en refroidissant, et conservent encore, si on ne les a pas trop chauffées, la propriété de reprendre la couleur verte par une nouvelle chaleur. Lorsqu'on le chauffe beaucoup, l'écriture devient brune,

ne disparaît plus, et le papier est brûlé. On prépare sur-tout cette encre de sympathie avec l'acide nitro-muriatique et le *safre*. On ne connaît point encore la cause de la coloration du muriate de cobalt par la chaleur. On croyait autrefois que ce n'était qu'un desséchement qui faisait paraître la couleur verte, et qu'elle disparoissait en absorbant l'eau atmosphérique; mais cette opinion est fausse, puisque la dissolution produit l'effet sympathique en renfermant le papier où elle est employée dans une bouteille qui, trempée dans l'eau bouillante, prend la couleur verte et la perd à mesure que l'eau refroidit: il est bien plus naturel de penser que cet effet dépend d'une désoxidation, et de ce que l'oxide reprend en refroidissant la portion d'oxigène qu'il a perdue. Quelques chimistes pensent que le cobalt ne forme d'encre de sympathie qu'autant qu'il contient du fer; mais cette assertion n'est point prouvée.

27. Le cobalt, jeté en poudre dans le gaz acide muriatique oxigéné, s'enflamme et brûle avec des étincelles blanches; il reste ainsi un oxide rose pâle qu'on pourrait employer dans les arts.

28. L'acide phosphorique dissout l'oxide de cobalt et forme une liqueur rougeâtre qui se trouble et se dépose lorsque l'acide est saturé. L'acide fluorique qui le dissout aussi donne des cristaux par une évaporation bien ménagée. L'acide boracique n'a pas d'action sur le cobalt; mais on le combine avec son oxide en mêlant une dissolution de nitrate de cobalt avec une dissolution de borax. Il existe un carbonate de cobalt qui se forme en précipitant les sels cobaltiques avec des carbonates alcalins. On a vu que cent parties de ce métal, qui ne donnent que cent quarante de précipité par les alcalis seuls, en donnent cent soixante parties par le carbonate de soude.

29. Les acides métalliques se combinent avec l'oxide de cobalt. On ne connaît encore ni le tunstate, ni le molybdate, ni le chromate de cobalt; mais on prépare aisément et l'on connaît bien l'arseniate de cobalt. Il se forme en unissant

le nitrate de cobalt avec l'arseniate de potasse et de soude. C'est de tous les sels cobaltiques le plus coloré, le plus foncé dans sa couleur rose, le plus brillant ; il imite très-bien la mine qui a été décrite dans la quatrième espèce.

I. *Action sur les bases et les sels.*

30. Les alcalis et les terres alcalines n'ont aucune action sur le cobalt ; ils dissolvent plus ou moins facilement et complétement ses oxides suspendus et délayés dans l'eau ; ils servent ou au moins peuvent servir à séparer ces oxides de plusieurs matières, et même d'autres oxides qui ne sont pas dissolubles comme ceux de cobalt, ou qui le sont plus qu'eux dans les substances alcalines.

31. Les terres, et spécialement la silice, se fondent avec l'oxide de cobalt et les alcalis fixes en formant un verre bleu d'une intensité si grande, qu'il faut n'employer que très-peu d'oxide pour avoir de la transparence et du bleu : sans cela le verre est opaque et paraît noir.

32. Il n'y a point d'action entre le cobalt et les sulfates. Les nitrates les brûlent et l'oxident à une haute température sans détonation et sans flamme sensible, et l'on se sert souvent de cette action pour préparer l'oxide de cobalt employé dans les émaux, les faïences et sur-tout les porcelaines ; on peut même traiter ainsi la mine grise de ce métal, bien laver le résidu de la détonation, en enlever tous les sels, tenir long-temps suspendu dans l'eau l'oxide rosé ou couleur de chair qu'on en obtient, jusqu'à ce qu'il soit d'une grande finesse, d'une grande pureté, et d'une couleur gris-de-lin bien homogène. On obtiendrait le même effet du muriate suroxigéné de potasse, qui détone par le choc, lorsqu'on l'a mêlé avec un tiers de son poids de cobalt en poudre.

K. *Usages.*

33. Le cobalt n'est point d'usage sous sa forme métallique ;

on ne l'emploie que pour faire des verres ou des émaux bleus. Le safre sert aux émaux grossiers, aux poteries communes et à la faïence : on le mêle avec des fondans vitreux. Dans les manufactures de porcelaine, on prend beaucoup de soin pour avoir des oxides de cobalt purs et très-atténués. On choisit sa mine grise bien cristallisée ; on la grille et on la traite par l'acide nitrique ou l'acide muriatique, ou bien on la brûle par le nitrate de potasse; on la lave avec précaution et à grande eau : on obtient ainsi cet oxide en poudre gris-de-lin très-fine et très-homogène, qui donne le bleu le plus pur et le plus beau à l'aide d'un fondant vitreux. Telle est la magnifique couverte bleue de Sèvres.

34. On prépare, dans les manufactures situées près des mines de cobalt, un bleu vitreux, en poudre fine, qu'on nomme dans le commerce et dans les arts *azur*. On fond le safre, mêlé de silice, avec de l'alcali, de manière à en avoir un verre d'un beau bleu pur foncé, qu'on nomme *smalt*. On réduit ce smalt en poudre dans des moulins, et l'on délaye cette poudre dans de grands baquets pleins d'eau. La première portion qui se dépose est la poudre grossière la plus lourde, on la nomme *azur grossier*. On retire ainsi successivement quatre azurs de différentes ténuités; le dernier, le plus fin de tous, est nommé *azur des quatre feux*. On s'en sert particulièrement à la préparation de l'empois bleu.

35. Il faut remarquer, en terminant son histoire, que le cobalt se rapproche de plusieurs des métaux précédens, et spécialement du tungstène et du molybdène, par sa propriété colorante bleue; cependant le bleu donné par les autres n'est que passager et n'a pas lieu par la fusion, tandis que dans celui-ci il est constant et toujours le produit de la vitrification. Ces analogies et la difficulté extrême de purifier le cobalt ont fait penser à plusieurs chimistes que ce métal n'est qu'un alliage; mais il est certain, comme le dit Bergman, l'un des hommes qui ont porté le plus de philosophie dans la

science chimique, que ces opinions sur le prétendu alliage du cobalt seront de véritables erreurs, tant qu'il n'y aura point d'expériences positives qui prouvent qu'on sépare le cobalt en plusieurs métaux différens dans des proportions connues, et qu'en alliant ces métaux dans les mêmes rapports on fabrique de véritable cobalt. Comme de pareilles preuves n'existent pas, les idées des auteurs, à cet égard, sont des hypothèses inadmissibles, et l'on doit, jusqu'à ce qu'on ait acquis ces preuves, regarder le cobalt comme un métal particulier, jouissant de caractères et de propriétés très-distinctives, qu'on ne rencontre ni dans aucun autre métal, ni dans aucun alliage quelconque.

ARTICLE IX.

Du nickel.

A. *Histoire.*

1. C'est Hierne qui, dans un ouvrage sur l'art de découvrir les métaux, publié en 1694, a parlé, pour la première fois, de la mine particulière qui contient le nickel, et qu'on a nommée *kupfernickel*, comme qui dirait faux cuivre. Henckel l'a regardé comme une espèce de cobalt ou d'arsenic mêlé de cuivre. Cramer l'a rapporté de même aux mines cuivreuses et arsenicales, quoiqu'il n'ait pas pu en retirer de cuivre; ce qui est aussi avoué par Henckel.

2. L'opinion qui rangeait le kupfernickel dans les mines de cuivre, fut généralement adoptée jusqu'au milieu du dix-huitième siècle. En 1751 et 1754, Cronstedt, célèbre minéralogiste suédois, le premier qui a conçu l'utile projet de ranger les fossiles d'après leur nature chimique, fit voir, dans

les Mémoires de l'académie de Stockholm, qu'on pouvait retirer de cette mine un métal nouveau tout différent de ceux qui étaient connus, et qu'il nomma nickel. Ce sentiment devint bientôt celui de la plupart des minéralogistes, quoique quelques-uns, et sur-tout les citoyens Monnet et Sage aient continué à soutenir, mais sans expériences décisives, que le nickel était un cobalt allié d'arsenic de fer et de cuivre.

3. Bergman a essayé de faire cesser les disparates de ces opinions diverses par un examen approfondi du nickel; il a donné une dissertation sur ce métal, au mois de juillet 1775, sous forme de thèse soutenue à Upsal par M. Arwidson son élève. Il s'y est occupé spécialement de déterminer si le nickel était véritablement un métal particulier; il y a déployé toutes les ressources de l'art et toute l'habilité d'un grand maître. Le résultat général de ce beau travail est que le nickel, qui ne contient pas un atome de cuivre, est ordinairement allié de cobalt, d'arsenic et de fer, qu'on ne peut en séparer qu'avec la plus grande peine, mais que malgré l'impossibilité de le purifier complétement, il a tant de propriétés différentes de celles de tous ces métaux; et ses propriétés vont tellement en augmentant, à mesure qu'on le purifie, qu'il est impossible de ne pas le regarder comme une espèce bien distincte et déterminée.

B. *Propriétés physiques.*

4. Le nickel, aussi pur qu'il peut l'être, est d'un blanc jaunâtre ou d'un blanc rougeâtre plus ou moins éclatant, d'un tissu grenu. Ce tissu n'est lamelleux que dans le cas où il n'est pas pur. Sa pesanteur spécifique s'approche beaucoup de 9000 suivant Bergman. Le citoyen Guyton ne lui donne que 7807. Bergman dit dans plusieurs endroits qu'il est demi-ductile, et le citoyen Guyton le range même avant le zinc par cette propriété; mais il est évident qu'il y a une erreur, ou au moins une grande incertitude dans cette estimation;

puisque le célèbre chimiste suédois fait beaucoup remarquer que, malgré la plus grande purification, ce métal contient plus d'un tiers de son poids de fer : aussi lui paraît-il impossible de déterminer avec exactitude ses véritables propriétés spécifiques, puisque, dit-il, le fer les dérobe en quelque manière. Il est donc évident que c'est au dernier qu'il faut attribuer et sa demi-ductilité et sa propriété magnétique, sur-tout la polarité que le nickel montre quelquefois. Le citoyen Guyton lui donne le second rang pour la dureté, après le manganèse et le fer, qui occupent le premier rang dans son tableau, et sur la même ligne que le platine; il est très-difficile à fondre, et le même chimiste le place à côté du fer. On n'a point déterminé sa dilatabilité et sa propriété conductrice du calorique. On ne l'a point non plus obtenu encore cristallisé, et on ne lui a reconnu ni odeur ni saveur déterminées, quoiqu'il soit vraisemblable qu'il en a qui lui sont particulières.

C. *Histoire naturelle.*

5. Il existe trois mines de nickel bien distinctes et bien faciles à reconnaître.

PREMIÈRE ESPÈCE : *Sulfure de nickel.*

C'est la plus abondante et la plus facile à distinguer : on l'a nommée kupfernickel, depuis Hierne, qui l'a le premier décrite; il est d'une couleur jaune rougeâtre peu brillante, analogue à celle du cuivre terni, avec lequel l'aspect porte toujours à le confondre. Sa cassure est raboteuse, inégale, et son tissu composé de grains fins et serrés; il perd facilement son brillant à l'air, devient terne, brunâtre, et se couvre à la longue de taches verdâtres; il forme un filon dans la terre. On n'a point encore analysé exactement cette mine; on sait cependant qu'elle contient du soufre, du nickel, de l'arsenic, du colbalt et du fer. Le sulfure de

nickel existe en Suède, en Saxe, en France, etc. Il n'est pas, à beaucoup près, aussi rare que le prétendait Bergman, puisqu'on le trouve en tonneaux chez plusieurs droguistes de Paris.

IIe. ESPÈCE. *Nickel ferré.*

Je donne ce nom à une mine que le baron de Born a décrite dans son catalogue du cabinet de Mademoiselle de Raab, sous la dénomination de nickel allié au fer sans arsenic ni cobalt, et qu'il dit avoir été trouvée à Joachimsthat en Bohême : il a un tissu feuilleté, et est formé de lames rhomboïdales entassées ; sa cassure fraîche est d'un jaune pâle qui noircit par le contact de l'air.

IIIe. ESPÈCE. *Oxide de nickel.*

Il est d'une couleur verte claire et agréable, ou verdâtre. On le trouve communément à la surface du sulfure de nickel, qu'il recouvre quelquefois de toutes parts comme un enduit superficiel ; on ne le connaît ni isolé, ni solide, ni sous une forme régulière. Il est vraisemblable qu'il contient de l'acide carbonique, d'après les propriétés que Cronstedt lui a reconnues. C'est cet oxide qui colore la prase d'après l'analyse que M. Klaproth en a faite. Il est souvent mêlé ou comme interrompu d'une poussière ou d'une efflorescence blanchâtre. M. Kirwan en soupçonne l'existence dans quelques espèces d'ardoises et de pierres de corne, parce que ces pierres colorent l'acide nitrique en beau vert.

Outre ces trois espèces, Bergman annonce qu'il n'est pas rare de trouver le nickel natif, ou avec très-peu de soufre, mais combiné avec le fer, le cobalt et l'arsenic, et qu'il existe aussi minéralisé par l'acide sulfurique. Rinman dit aussi qu'on a trouvé du nickel natif dans la Hesse ; il est lourd, rouge foncé, formant des espèces d'excroissances quand on le chauffe, soluble dans les acides qui prennent une belle

couleur verte. Il faut compter aussi le *speiss*, sorte de produit des fourneaux, parmi les matériaux d'où l'on peut extraire le nickel. On le regarde comme un alliage de cobalt et de bismuth à l'aide du nickel.

D. *Essais, métallurgie.*

7. On réduit la mine de nickel à la manière de Cronstedt, en commençant par la griller pour lui enlever le soufre et l'arsenic : ce qui lui fait perdre le tiers ou la moitié de son poids ; on la trouve ensuite d'autant plus verte qu'elle est plus riche en nickel ; on observe quelquefois pendant le grillage, et lorsqu'on la laisse sans l'agiter, qu'il se forme à sa surface des végétations verdâtres, coralliformes, dures, et sonores quand on les frappe. On mêle la mine grillée avec deux parties de flux noir, on la met dans un creuset, on la couvre de muriate de soude, et on chauffe à la forge de manière à obtenir la fusion. L'appareil refroidi, on trouve sous des scories brunes, noirâtres ou bleues, un culot métallique, faisant depuis le dixième jusqu'à la moitié de la mine crue.

8. Mais le premier métal, malgré le fort grillage supporté par sa mine, est bien loin d'être pur ; c'est encore un alliage de nickel de cobalt, d'arsenic, et sur-tout de fer, qui est attirable à l'aimant. C'est même à la proportion diverse de ces métaux que le nickel doit ses variétés de poids, de grain en mie ou en lames, de couleur, qui tire au rouge ou au jaune. Le métal obtenu par Cronstedt en 1750, étoit bien éloigné d'être pur : il le décrivait à facettes ; et Bergman a eu occasion d'en examiner une portion fondue par ce minéralogiste, qui s'est trouvée dans la collection faite et laissée par Swab à l'académie d'Uspal. Rien n'égale les soins, la patience, la sagacité que Bergman a mises à purifier le nickel ; et rien ne prouve mieux en même temps la difficulté presque insurmontable d'obtenir le nickel isolé, que le résultat qu'a obtenu, par ses nombreux et infatigables essais, cet illustre chimiste sur le

métal extrait par Cronstedt lui-même (1) ; il lui a fait éprouver six grillages et scorifications successives qui ont duré depuis dix jusqu'à quatorze heures chacune ; il le réduisait à chaque fois avec des flux. En le traitant ainsi, il s'en exhalait des vapeurs d'arsenic et une vapeur blanche sans odeur d'ail ; la poudre de charbon, ajoutée dans ses opérations, facilitait le dégagement de l'arsenic : cependant, après les six grillages et réductions graduées, le nickel, fort diminué de poids, sentait encore l'arsenic en le chauffant, et était attirable. Bergman le fit griller une septième fois à un feu violent pendant quatorze heures, en y ajoutant de la poudre de charbon, sans qu'il s'élevât cette fois de partie arsenicale, et sans qu'il perdît de son poids. L'oxide ainsi obtenu avait une couleur jaune rougeâtre, avec peu de traces de couleur verte. Par la réduction, il obtint, sous des scories très-ferrugineuses, un très-petit globule encore attirable à l'aimant.

9. Le traitement par le soufre, qui avoit paru à Bergman avoir une grande attraction pour le nickel, et qu'il avait espéré pouvoir s'emparer de celui-ci en séparant le fer, n'a pas eu cependant un succès plus heureux que le procédé précédent. En fondant le métal obtenu par Cronstedt, avec le soufre et un peu de borax, il eut une masse rouge tirant au jaune, qui, de 800 parties du métal, prit un poids de 1700. Il scorifia la moitié de cette masse jusqu'à faire paraître les végétations que l'oxide de nickel a coutume de donner ; il eut 852 parties de cet oxide, qui, fondu avec l'autre moitié non scorifiée, donna du sulfure de nickel d'un blanc jaunâtre, pesant 1102 ; il y a eu ici près de 600 parties de perdues. Ce sulfure, grillé pendant quatre heures, se couvrit de végétations ; l'addition du

(1) Comme c'est la partie la plus essentielle de son histoire, j'entrerai dans un assez grand détail sur les essais de Bergman, pour faire bien connaître les propriétés qu'il a trouvées dans ce métal en cherchant à le purifier.

charbon en fit dissiper l'arsenic ; il obtint un oxide d'un vert clair, pesant 1038, qui donna par la réduction 594 parties d'un métal très-attirable à l'aimant, demi-ductile et très-réfractaire. Celui-ci, refondu avec le soufre scorifié dans une de ses moitiés et refondu avec l'autre moitié sulfurée, puis grillé pendant quatre heures, puis réduit de nouveau, fournit un métal rouge au dehors, d'un blanc cendré dans l'intérieur, très-fragile, et dont la pesanteur spécifique était de 7,170. Minéralisé une troisième fois, et traité de nouveau comme les deux premières, par un grillage de douze heures avec la poussière de charbon jusqu'à ce qu'il n'y eût plus de trace d'arsenic, il donna un oxide vert cendré, d'où l'on obtint par la réduction au feu de forge le plus violent, un métal si réfractaire qu'on ne pût l'avoir fondu en culot : il était sous une scorie de couleur hyacinthe. Il pesait 8,66. Il était aimant ; sa ductilité était si marquée, qu'il prît trois fois et demie son diamètre d'alongement sous le marteau ; sa couleur était un bleu rougeâtre ; on le trouva dissoluble en vert foncé dans l'acide nitrique, et en bleu dans l'ammoniaque. Ce métal, rougi pendant quatre heures, se couvrit d'une croûte d'oxide de fer, sous laquelle on trouva, en la détachant par le marteau, une poussière verdâtre : 100 parties de cette croûte grillée pendant sept heures avec du charbon, ne donnèrent plus de trace d'arsenic, augmentèrent de cinq parties, et fournirent par la réduction un métal du poids de 72 parties, d'un rouge faible, demi-ductile, attirable en entier par l'aimant, et dont la pesanteur spécifique était de 8,870. Il est évident, par tous ces détails, que Bergman est parvenu à séparer l'arsenic et le cobalt du nickel, mais qu'il n'en a point isolé le fer, auquel on peut attribuer la ductilité du métal. Ainsi le soufre n'a pas été plus utile pour l'affinage du nickel que les autres scorifications avec le charbon et les réductions multipliées, décrites n°. 8.

10. Sachant que les sulfures alcalins dissolvaient mieux le cobalt que le nickel, Bergman, conduit par l'analogie, a

pensé que ces composés pourraient agir de la même manière sur le fer et lui servir conséquemment à en priver le nickel : mais ses espérances ont été trompées. Le nickel de Cronstedt (on sait que je nomme ainsi celui qui est le produit d'une première réduction après le premier grillage de sa mine), déja uni à du soufre, a été fondu avec plus de trente fois son poids de sulfure de potasse ; la masse lavée dans l'eau chaude a donné par l'acide un précipité, qui, grillé jusqu'à la séparation totale du soufre, était en poudre cendrée, pesant plus de moitié du premier métal. La portion non dissoute, où il espérait trouver le nickel, également désoufrée par le grillage, était également cendrée et a donné, par la réduction, un métal fragile, peu attirable, mais qui l'est devenu après avoir été fondu avec du borax. La même expérience, faite avec le sulfure de chaux, a fourni aussi un nickel ferrugineux et très-adhérent au soufre. En faisant fondre, dans un autre essai, du nickel avec du sulfure alcalin, et en y ajoutant, au moment de la fusion, du nitre, seulement assez pour ne détruire qu'une petite portion du sulfure, celui-ci a laissé précipiter le métal au fond du vase : le nickel traité ainsi s'est trouvé privé de cobalt, mais encore chargé de fer ; Bergman observe à cette occasion que, par le même procédé, le nickel est précipité par le cobalt qui a plus d'attraction pour le sulfure que n'en a le premier, et qu'ainsi séparé de sa dissolution dans le sulfure fondu par le fer, le cuivre, l'étain, le plomb ou le cobalt lui-même, le nickel n'est pas attirable à l'aimant ; mais, suivant lui, on se tromperait en le croyant exempt de fer, puisque ce dernier métal qui n'y est que masqué dans ses propriétés par des corps étrangers et sans doute par le soufre, redevient magnétique à mesure qu'on l'en prive par des moyens subséquens.

11. Après l'insuccès des moyens précédens, Bergman a eu recours au nitre, dans l'espérance de scorifier et de séparer les métaux étrangers unis au nickel, qui lui paraissait s'oxi-

der plus difficilement et se désoxider plus facilement qu'eux. Une partie de nickel de Cronstedt, jeté sur douze parties de nitre fondu, donna quelques faibles étincelles ; il s'exhala bientôt de la vapeur arsenicale; les parois du creuset furent enduites d'une croûte bleue cobaltique, et il resta au fond une matière verdâtre. Douze parties de nitre ajoutées à cette matière et fondues pendant une heure avec elle, teignirent encore le creuset en bleu, et la masse du fond devint d'un brun vert, beaucoup moins abondante que la première fois. Une troisième addition de nitre en même quantité laissa une scorie grise qui ne donna point de métal avec le flux noir. Dans une seconde opération semblable, on lava le résidu vert avec de l'eau, on ne put en obtenir de métal avec le flux noir, mais seulement des scories couleur d'hyacinthe, tachées de bleu, qui teignirent l'acide nitrique en vert, se transformèrent en gelée, et laissèrent par l'évaporation un oxide verdâtre. Dans un troisième essai analogue, la poudre verte, lessivée, traitée avec une demi-partie de flux noir, un huitième de chaux et un huitième de borax, donna un métal blanc jaunâtre, attirable, ductile, pesant 9,000. Bergman conclut de ce genre d'essais que le nitre était très-propre à indiquer et séparer les plus petites portions de cobalt contenu dans le nickel, mais qu'il y laissait le fer et ne pouvait pas l'en priver.

12. Comme il est reconnu que le muriate d'ammoniaque est très-propre à enlever le fer, Bergman essaya encore ce nouveau moyen; il distilla une partie d'oxide de nickel, privé de cobalt, assez pour ne plus donner de couleur bleue au borax, avec deux parties de sel ammoniac; il obtint un sublimé cendré et blanc, accompagné d'un peu d'ammoniaque ; le fond de la cornue avait pris la couleur d'hyacinthe foncée ; le résidu était formé de deux couches. La couche supérieure était jaune, écailleuse, brillante comme de l'or mussif, donnant un verre couleur d'hyacinthe avec le borax, sans fournir de métal, attirant l'humidité de l'air, devenant verte et consistante comme

du beurre; lessivée, elle laissa une poussière caractérisée comme un oxide de nickel, et la dissolution aqueuse verte devint bleue par l'ammoniaque, sans donner des indices de fer. La couche inférieure était formée d'un oxide de nickel peu chargé d'acide muriatique, noirâtre, d'un brun ferrugineux vers le fond du vase. Cet oxide colora le borax en un verre couleur d'hyacinthe, et donna par la réduction un métal cassant, d'un blanc rougeâtre, à peine attirable à l'aimant. Le même métal, traité successivement par quatre autres sublimations avec le muriate d'ammoniaque, en réduisant à chaque fois la couche inférieure lessivée, donna, à la fin et dans la dernière réduction, un métal blanc fragile, peu, mais encore attirable à l'aimant. Bergman observe que chaque sublimé était très-blanc et qu'il ne donnait aucune trace de fer par la teinture de noix de galle.

13. Bergman, non découragé par tous les essais infructueux de procédés à voie sèche, s'est ensuite occupé de la séparation des divers métaux qui altèrent le nickel par divers procédés à voie humide. La dissolution nitrique du nickel de Cronstedt l'occupa assez long-temps. En calcinant le nitrate de nickel solide à l'aide de la poussière de charbon, il s'en dégagea beaucoup d'arsenic, et il obtint, par la réduction du résidu, un métal gris, demi-ductile, mais encore attirable à l'aimant; redissous dans l'acide nitrique et réduit successivement quatre fois de suite, il eut un métal toujours magnétique. A la cinquième calcination de ce nitrate de nickel, son oxide fut tellement diminué, qu'il ne lui fût pas possible de le réduire: ce qui prouve que le nickel se volatilise dans son oxidation par l'acide nitrique, sans pouvoir être privé par là de la propriété attirable.

14. Enfin le célèbre professeur suédois essaya, comme dernier moyen, la dissolution de l'oxide de nickel dans l'ammoniaque pour en séparer l'oxide de fer. Après avoir dissous du nickel de Cronstedt dans l'acide nitrique, et avoir précipité son oxide par la potasse, il l'a traité par l'ammoniaque, qui l'a

dissous moins un neuvième de son poids ; ce résidu, d'un noir tirant au vert, a fourni par la réduction un métal écailleux, fragile, d'un blanc net, peu sensible à l'aimant, dont la pesanteur spécifique égalait 9,333 ; lequel facilement fusible, redevenait cependant attirable par cette opération et donna en le dissolvant dans l'acide nitrique, une poudre noirâtre, indissoluble, évaporable avec odeur de soufre sur les charbons. La dissolution ammoniacale bleue, évaporée à siccité, donna près de la moitié moins du résidu qu'elle n'avait enlevé de matière à l'oxide de nickel. Cette poudre fournit, par la réduction, un métal très-peu abondant, blanchâtre, demi-ductile, fortement attirable et pesant spécifiquement 7,000, dont la scorie contenait beaucoup d'oxide de nickel, colorant le borax en hyacinthe et fournissant par sa réduction un métal qui, fondu avec le précédent, devint si réfractaire qu'il fût intraitable. Quoique les expériences avec l'ammoniaque n'aient pas satisfait leur auteur, elles ont cependant fourni des résultats très-singuliers ; telles sont la dissolution constante de l'oxide de fer avec celui de nickel, la couleur bleue de cette dissolution qui, quoique analogue à celle de l'oxide de cuivre, est d'un ton très-différent, et sur-tout la perte de beaucoup d'oxide de nickel dont Bergman ne me semble pas avoir assez tenu compte. Au reste, le récit de ces derniers essais, qui annoncent de la fatigue et de l'embarras dans leur auteur, malgré le zèle et l'ardeur qui l'animaient, conduirait à penser, ainsi que celui de plusieurs des précédens, ou que le nickel ne peut par aucun moyen être purifié de fer, ou que ce métal singulier serait par lui-même attirable, et ressemblerait par cette propriété au fer, tandis que, par beaucoup d'autres propriétés, il semble se rapprocher du cuivre.

15. Après avoir décrit avec détail ces diverses et nombreuses expériences, parce qu'elles constituent presque seules l'histoire chimique exacte du nickel, je dois faire connaître aussi les inductions qu'en tire l'illustre Bergman, dans les paragraphes

XI et XII de sa dissertation. La première, c'est que le soufre adhère le moins au nickel, que l'arsenic y adhère plus fortement, mais qu'on l'en sépare complétement à l'aide du grillage avec le charbon; que le cobalt y reste plus long-temps caché, et qu'on en trouve souvent des traces lorsqu'on ne l'y soupçonnait pas, par le nitre qui le sépare en oxide bleu; que la nuance bleue donnée au borax est due au manganèse, enfin que le fer est de tous les métaux le plus intimement combiné au nickel, puisqu'on ne peut l'en extraire entièrement par aucun moyen connu.

16. Comme par tous les procédés de purification, le nickel montre jusqu'à la fin la présence d'autres matières métalliques, plusieurs chimistes ont pensé que ce métal n'était qu'un alliage naturel d'arsenic, de cobalt, de cuivre et de fer. Bergman discute, d'après ses expériences, la question relative à cet objet. Il fait voir qu'on peut priver complétement le nickel de l'arsenic, qu'il ne contient presque jamais de cuivre, qu'il diffère du cobalt par un grand nombre de propriétés, et que plus on en sépare ce dernier, plus il prend les caractères qui le distinguent. Quant à la présence du fer, il convient qu'il est plus naturel de trouver de grandes analogies au nickel avec ce métal : il fait voir par combien de propriétés ces deux métaux se rapprochent, ainsi que le cobalt et le manganèse; mais il n'en conclut pas moins que le nickel présente trop de propriétés particulières pour le confondre avec le fer, et que tant qu'on n'aura point amené ce dernier à l'état du premier, ni prouvé leur véritable identité, ce serait renverser tous les fondemens de la philosophie naturelle que de s'en rapporter à de vaines lueurs, à de trompeuses analogies.

17. Il prouve encore plus la vérité de cette assertion par le récit d'un assez grand nombre d'expériences d'alliages de fer et de cuivre, de fer de cuivre et d'arsenic, de fer de cuivre et de cobalt, de ces quatre métaux ensemble dans des proportions très-variées, expériences par lesquelles il n'est

jamais parvenu à obtenir un métal semblable au nickel. Si quelques-unes des propriétés de ces alliages lui ont présenté d'abord certaines analogies avec le nickel, il a bientôt reconnu, par un examen plus approfondi, que ce n'était qu'une apparence très-trompeuse, et qu'il n'y avait aucun rapport réel entre l'alliage et le métal qu'il avait voulu imiter.

On ne fait aucuns travaux métallurgiques sur les mines de nickel, et les métallurgistes ne font jusqu'ici aucun cas de cette espèce de minéral.

E. *Oxidabilité par l'air.*

18. Le nickel est très-difficile à oxider par l'action du calorique et de l'air. En le chauffant sous une moufle et en l'agitant sans cesse, il ne prend qu'une couleur sombre. Cependant par une longue exposition à l'air humide et froid, il se couvre d'une efflorescence d'un vert clair, d'une nuance très-particulière et très-distincte. C'est cette efflorescence qu'on trouve à la surface des mines sulfureuses de nickel, et dont la nuance très-remarquable, et très-différente de celle du cuivre, les fait facilement et surement reconnaître. Cet oxide vert colore le borax en hyacinthe, et le phosphate-ammoniaco de soude de la même nuance, qui devient violette par l'action du nitre; beaucoup de cet oxide colore ce sel en rouge de sang pendant la fusion, et il pâlit par le refroidissement.

F. *Union avec les corps combustibles.*

19. Le soufre s'unit très-facilement avec le nickel et forme une mine artificielle qui n'est pas tout à fait semblable à sa mine naturelle ou au kupfernickel. On ne l'en sépare que difficilement, ainsi que des sulfures alcalins, dans lesquels ce métal est dissoluble. Le sulfure de nickel artificiel est dur, jaune, à petites facettes brillantes. Chauffé fortement avec le contact de l'air, il répand des étincelles très-lumineuses et enflammées.

20. Le nickel est susceptible de s'unir au phosphore. Pelletier a fait connaître le phosphure de nickel; il le préparait soit par la réduction de l'acide phosphorique vitreux, à l'aide du charbon, après avoir mêlé ces deux corps avec le nickel, soit en jetant du phosphore sur du nickel rougi dans un creuset. Celui-ci a augmenté d'un cinquième de son poids, et il a laissé séparer une petite portion de phosphore en se refroidissant. Le phosphure de nickel est d'un blanc plus brillant et plus pur que le nickel; il a un tissu aiguillé; en le chauffant au chalumeau, le phosphore brûle à sa surface à mesure que le métal est oxidé. Pelletier a obtenu les mêmes résultats du speiss.

21. Le nickel s'allie à beaucoup de métaux; on a vu qu'il contient toujours de l'arsenic, souvent du cobalt, et constamment du fer. On a vu que, dans ce dernier alliage, le fer, quoique fondu, est ductile; ce qui a été remarqué avec raison, comme une chose extraordinaire, par Bergman. Le nickel arsenié colore le verre en bleu, suivant le citoyen Monnet. Bergman attribue cette propriété au cobalt, que l'arsenic sépare du nickel.

G. *Action sur l'eau et sur les oxides.*

22. Il serait assez naturel de croire que le nickel, si analogue au fer, eût de l'action sur l'eau; mais il n'y a aucune expérience qui le prouve, ou qui puisse même autoriser à le penser.

23. On peut assurer que le nickel n'a aucune action sur les oxides métalliques, puisque la plupart des métaux ont au contraire la propriété de précipiter le nickel de ses dissolutions, comme on le dira bientôt.

H. *Action sur les acides.*

24. Tous les acides ont de l'action sur le nickel ou sur son oxide. Toutes les combinaisons de ce métal sont constamment vertes et d'une nuance claire très-brillante, comme très-remar-

quable, et très-différente des autres verts que donnent certains métaux. C'est une des plus riches et des plus belles couleurs que l'on puisse voir. Les alcalis fixes précipitent toutes ces dissolutions en blanc verdâtre, et communiquent une couleur jaune à l'oxide qu'ils redissolvent.

25. L'acide sulfurique, concentré, et distillé sur le nickel, se décompose ; il se dégage du gaz sulfureux, et il reste une masse grise qui se dissout dans l'eau et lui communique sur-le-champ sa belle couleur verte. En évaporant cette dissolution on obtient des cristaux feuilletés, de la couleur d'une émeraude pâle. J'ai vu des cristaux de sulfate de nickel préparés par les ingénieux procédés du citoyen Leblanc, en beaux prismes carrés, très-gros et très-longs, d'un vert riche et foncé, terminés par des sommets obliquement tronqués. L'acide sulfurique dissout aussi facilement l'oxide de nickel. Bergman dit que ce sel se forme en décaèdres, ou donne des cristaux aluminiformes comprimés, avec des troncatures aux deux sommets opposés.

26. L'acide nitrique oxide et dissout le nickel à l'aide de la chaleur; il opère sans effervescence la dissolution de l'oxide de ce métal ; elle est d'un vert tirant au bleu, et donne des cristaux rhomboïdaux déliquescens, que le feu décompose, et qui laissent, par une forte calcination, un oxide noirâtre, après avoir fourni du gaz oxigène. Exposé à l'air sec et chaud, le nitrate de nickel perd son eau de cristallisation, et même son acide, de manière à laisser un oxide verdâtre dans lequel on trouve souvent un peu de fer et d'arsenic.

27. L'acide muriatique dissout le nickel et son oxide plus lentement que l'acide nitrique : cette dissolution verte et brillante donne des cristaux irréguliers et non déterminés. Le muriate de nickel est décomposable par le feu, et même par l'air, à la longue. On n'a point essayé l'action de l'acide muriatique oxigéné sur ce métal.

28. Les autres acides n'ont qu'une action faible et lente

sur le nickel. L'acide fluorique se charge difficilement de son oxide, et donne des cristaux d'un vert clair. L'acide phosphorique n'a qu'une faible attraction pour cet oxide ; cette dissolution est à peine verdâtre et ne fournit pas de cristaux. L'acide boracique ne s'y unit que par des attractions électives doubles. L'acide carbonique liquide, laissé long-temps en contact avec le nickel, n'a présenté à Bergman aucun signe certain de cette dissolution. L'acide arsenique forme avec l'oxide de nickel une masse saline verte que l'on obtient par les doubles attractions ; il sépare du nickel une poudre saline peu soluble. On ne connaît pas l'action des acides tunstique, molybdique et chromique sur le nickel.

I. *Action sur les bases et les sels.*

29. Les terres arides, la silice, l'alunine n'ont point d'action sur le nickel ; traitées par des fondans alcalins avec son oxide, elles se colorent en hyacinthe ou en rouge orangé ; s'il contient beaucoup d'arsenic ou de cobalt, les verres qu'il teint tournent au bleu ou au violâtre.

30. Les alcalis fixes dissolvent peu abondamment son oxide, avec lequel ils prennent une couleur jaune ; mais cet oxide est très-dissoluble dans l'ammoniaque, qui n'agit point sur le métal. Cette dissolution ammoniacale est d'un bleu foncé, qui n'a point la vivacité et l'éclat de celle de cuivre, dont il sera parlé par la suite ; elle a sa nuance caractéristique, et qu'un chimiste exercé doit reconnaître facilement. Évaporée, elle précipite une poudre brune noirâtre, et passe du bleu au vert. La plupart des métaux en séparent le nickel. Cette grande dissolubilité de l'oxide de nickel dans l'ammoniaque sert quelquefois à sa séparation de celui du cobalt.

31. Le nickel n'agit, parmi les sels, que sur les genres des nitrates, des muriates suroxigénés, des phosphates ou des borates. Les deux premiers le brûlent et le portent à l'état d'oxide ; il se fond avec les deux autres, s'y combine, et les

colore en hyacinthe. On se rappelle que le nitrate de potasse, qui détone faiblement avec le nickel, y fait trouver, par des scories bleues, le cobalt, dont aucun autre moyen ne montre la trace. Le muriate suroxigéné de potasse brûle encore plus vîte et plus complétement ce métal, et pourra servir à le purifier comme à faire l'analyse de ses mines, quand l'usage de ce sel important sera plus connu et plus généralement répandu qu'il ne l'est encore. Ces deux substances salines font reparaître ou augmenter avec beaucoup d'intensité la couleur hyacinthine de l'oxide de nickel dans les verres, qui, à raison de la petite quantité qu'ils en contiennent, et à cause de leur vitrification même, n'en offrent aucune trace, ou n'en montrent qu'une très-légère nuance.

K. *Usages.*

32. Le nickel n'est encore que peu ou point d'usage : il n'est cependant pas douteux qu'il peut servir très-utilement dans les émaux, les verreries, les porcelaines et les faïences. Il est même vraisemblable qu'il entre dans les procédés secrets de quelques-unes de ces manufactures, puisqu'on en trouve souvent de grandes provisions chez les droguistes de Paris, qui ne se le procurent de Saxe que sur les demandes qu'on leur en fait.

33. Quand on aura entrepris de nouvelles recherches sur ce singulier métal, qui demande et appelle toute l'attention des chimistes ; quand on aura trouvé le moyen de le purifier, que je crois beaucoup plus facile à découvrir que ne le pense Bergman, il deviendra très-avantageux, et sans doute très-employé. Jusqu'ici il n'a encore été pour les chimistes qu'une espèce d'alliage. Si, après sa purification, il présente la dernière ductilité dont Bergman a parlé, il faudra le déplacer du rang que je lui donne aujourd'hui dans le système chimique, et le reporter immédiatement à côté du zinc. Je ne

l'y ai pas mis encore, et je l'ai laissé à côté du cobalt, parce qu'avec quelques analogies avec celui-ci, il m'a paru devoir sa ductilité à son alliage avec le fer.

ARTICLE X.

Du manganèse.

A. *Histoire.*

1. Il y a long-temps que l'on emploie dans les verreries l'oxide natif de ce métal, sous le nom de *savon des verriers*, à cause de sa propriété de blanchir le verre; on le connaissait sous le nom de *magnésie noire* ou de manganèse. Son usage multiplié n'avait rien appris sur sa nature intime, et il y avait, avant les premiers travaux exacts dont je vais parler, des opinions erronées autant que diverses parmi les minéralogistes. La plupart des naturalistes regardaient cette substance comme une mine de fer pauvre et réfractaire, sans doute à raison de sa couleur et de l'oxide ferrugineux dont sa surface est souvent recouverte, ou dont ses morceaux sont fréquemment accompagnés dans les mines. Cependant Pott et Cronstedt, les premiers minéralogistes qui ont tiré des analyses chimiques de grandes lumières pour la connaissance et la classification des fossiles, n'ont point reconnu dans leurs expériences la nature ferrugineuse de ce qu'on nommait la manganèse. D'autres minéralogistes avaient placé ce fossile métallique dans les mines de zinc, sans avoir donné de preuve de cette assertion hasardée. Westfeld a publié, en 1767, un traité sur ce minéral, où il a essayé de faire connaître ses parties constituantes, mais par des expériences si peu exactes, que son ouvrage est une série d'erreurs auxquelles, à la vérité, l'époque de son travail a beaucoup contribué.

2. Bergman et Schéele sont les premiers chimistes qui, ayant pris le manganèse pour objet de leurs recherches, ont répandu la plus vive lumière sur sa nature de métal particulier. Le premier en a présenté l'histoire dans sa belle Dissertation sur les mines de fer blanches, en 1774, et il y avait déja plusieurs années qu'il l'avait regardé comme un métal, et comme un métal différent de tous les autres, à cause de sa pesanteur, de sa propriété de teindre le verre, de celle d'être précipité en blanc par les prussiates alcalins, et en raison de l'impossibilité, soit d'en séparer plusieurs métaux différens, soit de l'imiter ou de le produire par des alliages. Schéele, engagé par Bergman, qui pressentait toute l'importance d'un pareil travail, à examiner avec soin l'oxide de manganèse natif, donna, en 1774, à l'académie de Stockholm, après des recherches suivies pendant trois années, un mémoire qu'on doit compter au nombre des chef-d'œuvres de cet habile chimiste, quoiqu'il se soit trompé sur la théorie des phénomènes que ce corps lui a présentés. Son ouvrage contient une suite nombreuse de découvertes qui l'ont conduit à regarder ce fossile comme l'oxide d'un métal particulier très-différent de tous les autres. C'est en travaillant sur cet oxide métallique natif qu'il a découvert ses propriétés, et la nature particulière de la barite.

3. Gahn, élève de Bergman, obtint le premier, au rapport de son maître, le métal particulier contenu dans l'oxide natif de manganèse, et, depuis lui, presque tous les chimistes sont parvenus à l'extraire. M. Champy est un des premiers qui en ait extrait assez abondamment en France, de l'oxide de manganèse de la Romanèche, et qui l'ait obtenu sous la forme de culot bien formé. M. Ilseman a publié, dans le journal de M. Crell, une série d'expériences sur ce métal. MM. Engestroem et Rinman ont donné, dans les Mémoires de l'académie de Stockholm, des détails sur plusieurs mines de manganèse, et ont confirmé tous les résultats de Schéele.

Le citoyen Lapeyrouse a fait connaître un grand nombre de variétés de mines de manganèse, et a spécialement découvert ce métal natif en France.

4. Les chimistes français, depuis l'établissement de la doctrine pneumatique, ont donné un nouveau prix aux expériences de Schéele et de Bergman, soit en les faisant servir à la consolidation de cette doctrine, par les bases de laquelle elles s'expliquent en même temps si naturellement et si simplement, soit en faisant appercevoir entre elles un rapport que leurs auteurs n'avaient point apperçu. Ils ont fait voir qu'aucune substance n'offrait de phénomènes plus favorables que ce nouveau métal aux données de la théorie des fluides élastiques, et ils ont trouvé dans le manganèse, et sur-tout dans son oxide, une source de procédés et d'expériences qui suffiraient seuls pour poser tous les fondemens de leur doctrine. L'analogie de ces phénomènes avec ceux que présentent d'autres métaux, et les corps combustibles en général, portent spécialement la conviction la plus forte dans l'esprit de ceux qui l'observent. Telle est la raison pour laquelle je les exposerai avec tous les développemens convenables, en les offrant sur-tout comme un tableau frappant de l'ensemble de toutes les bases de la théorie pneumatique française.

B. *Propriétés physiques.*

5. Le manganèse extrait par le procédé qui sera indiqué, se distingue de tous les autres métaux par les propriétés suivantes. Il est d'un blanc brillant, tirant au gris, qui s'altère promptement à l'air; son tissu est grenu, sans être aussi fin et aussi serré que celui du cobalt; sa cassure est raboteuse et inégale; sa pesanteur spécifique est de 6,850. Il tient, avec le fer, le premier rang dans l'ordre de la dureté. C'est un des métaux les plus fragiles. C'est en même temps un des plus difficiles à fondre. Le citoyen Guyton le place

immédiatement après le platine, et le détermine au degré 160 du pyromètre de Weedgwood. On ne connaît ni sa dilatabilité par le calorique, ni sa propriété conductrice. Il est souvent attirable à l'aimant, sur-tout lorsqu'il est en poudre, en raison du fer qu'il contient, et qui est presqu'aussi difficile à en séparer que du nickel ; il ne présente ni odeur ni saveur sensibles ; il jouit, en communication avec les autres métaux, de la propriété galvanique sur le système nerveux et musculaire des animaux : sa couleur est extrêmement variable.

C. *Histoire naturelle.*

6. On ne connaît bien encore qu'une mine de manganèse : c'est son oxide natif que quelques minéralogistes modernes, entre autres M. Kirwan, annoncent comme combiné avec l'acide carbonique. Cet oxide est souvent mêlé de fer, de barite, de silice, de chaux, etc. : il varie aussi par son état d'oxidation, ou par la proportion d'oxigène qu'il contient. Voici ce que Schéele a trouvé sur ses variétés de couleur. L'oxide bleu est le moins oxigéné de tous : le vert provient du mélange du précédent avec l'oxide jaune de fer ; dans le jaune, ce dernier prédomine beaucoup : le rouge est plus oxidé que les précédens ; le noir est, au contraire, le plus oxigène qu'il est possible.

7. M. Kirwan distingue trois principales variétés d'oxide de manganèse natif, le blanc, le rouge et le noir.

A. Le blanc qui contient le moins de fer et le moins d'oxigène : M. Rinman l'a trouvé en petits cristaux, ou en masses arrondies d'un tissu spathique dans les cavités des quartz ; il en a rencontré de jaune, couvert d'un enduit noirâtre et fuligineux. Le citoyen Lapeyrouse l'a reconnu en efflorescence spongieuse sur des mines de fer, et spécialement sur l'hématite. Il y a des carbonates de fer, de couleur blanche, qui contiennent plus de cet oxide que de

celui de fer. Tout oxide blanc de manganèse se ternit à l'air, et en absorbe fortement l'oxigène.

B. Le rouge, suivant M. Kirwan, contient moins d'acide carbonique et plus de fer que le blanc; il est, ou friable, ou dur dans du carbonate de chaux, du schite, sur l'hématite, ou en masses lamelleuses rayonnées ou cristallisées en pyramides, en rhomboïdes, en aiguilles courtes et fragiles.

C. Le noir et brun souvent cristallisé comme le rouge, ou en masses solides d'apparence métallique ou terne et terreuse, mêlé de quartz, etc.; il pèse 4,000. C'est à cette variété que M. Kirwan rapporte, 1°. *la pierre de Périgueux*, ordinairement d'un gris obscur, très-pesante, facile à racler avec le couteau, quoique dure et difficile à briser, devenant plus dure et brune rougeâtre par la calcination, sans devenir attirable, donnant au borax la couleur de l'améthiste; 2°. le *black-wad*, d'un brun foncé, sous forme de poudre ou de petites masses dures et fragiles, dans lequel Weedgwood a trouvé 0,43 de manganèse, 43 de fer, 0,14 de plomb et 0,05 de mica, et qui, après avoir été desséché et malaxé froid avec de l'huile de lin, s'échauffe et s'enflamme spontanément.

8. Le citoyen Haüy, en ne donnant qu'une espèce de mine de manganèse, son oxide natif, partage ses variétés en deux sections; les unes jouissant de l'état métallique, au moins dans sa cassure, et transmettant facilement l'étincelle électrique; les autres privées de l'état métallique, et ne transmettant que faiblement l'étincelle électrique.

Les premières ont quelque ressemblance avec le sulfure d'antimoine natif : le caractère distinctif facile à saisir, c'est que l'oxide de manganèse, frotté sur une pierre foncée comme l'ardoise, et essuyée légèrement avec le doigt, laisse une trace terne et matte, tandis que le sulfure d'antimoine y donne un brillant métallique sensible.

Les secondes variétés sont de diverses couleurs, sur-tout

noires, brunes, jaunâtres, rouges, de diverses formes prismatiques par le retrait, solides et compactes, mamelonnées, en efflorescence. Elles donnent, comme les premières, et souvent plus qu'elles, du gaz oxigène, quand on les chauffe dans des vaisseaux fermés.

9. En comparant les formes et les apparences diverses que présentent les nombreuses variétés d'oxide de manganèse natif, on reconnaît que la plus régulière, en même temps la plus brillante et la plus métalliforme, est en prismes tétraèdres rhomboïdaux, striés et séparés, ou en aiguilles réunies en faisceaux, ou en rayons et en étoiles. Parmi celles qui n'ont point d'apparence métallique, on distingue sur-tout une efflorescence brune, noirâtre et friable, qui tache les doigts comme de la suie; une variété d'un noir mat et velouté, la variété compacte et informe grise, rougeâtre, brune, compacte, très-lourde, caverneuse, et offrant des rudimens de cristaux brillans dans ses cavités : cette dernière est souvent nommée pierre; c'est la plus commune et la plus employée dans les verreries.

10. Le citoyen Lapeyrouse a découvert et décrit, en 1786, du manganèse natif en globules métalliques à Sem dans les mines de fer de la vallée de Vicdesos, au ci-devant comté de Foix : c'est le seul naturaliste qui ait trouvé ce métal natif. Il était sous la forme de petits boutons un peu aplatis, malléables, d'un tissu lamelleux : il est vraisemblable que ce n'était qu'un alliage avec le fer; car le manganèse est trop combustible par lui-même pour pouvoir rester sans altération sous la forme métallique.

11. Il faut ajouter que l'oxide de manganèse se rencontre très-fréquemment avec d'autres métaux minéralisés, sur-tout dans les mines de fer, que Schéele l'a trouvé dans un grand nombre de charbons et de cendres végétales, et que c'est à lui qu'il attribue les couleurs vertes et rouges que prend si souvent l'alcali fixe qui provient de ces cendres.

On reviendra ailleurs sur ce phénomène. Hielm a trouvé le muriate de manganèse dissous dans des eaux près du lac Wettern ; et le citoyen Guyton assure qu'il existe du carbonate de manganèse dans l'eau de la côte de Châtillon en Bugey.

D. *Essais et métallurgie.*

12. On ne réduit bien l'oxide de manganèse natif que lorsqu'on évite de le chauffer avec des fondans, et c'est pour cela sans doute que les chimistes ont ignoré pendant si longtemps l'existence du métal particulier qui y est contenu. Gahn n'est parvenu le premier à l'obtenir, que parce qu'il n'a point employé de flux ; pour peu qu'on mette de ces derniers, l'oxide se vitrifie : ce fait a été bien constaté depuis par Bergman, les citoyens Guyton, Champy, et par mes propres expériences. Voici, d'après ces principes, le procédé de Bergman, qui réussit bien.

13. On fait une pâte avec de l'oxide de manganèse natif en poudre fine et de l'eau ; on en forme une boule qu'on place dans un creuset brasqué, sur le fond duquel on bat une couche épaisse de charbon en poudre ; on l'entoure et on recouvre la boule de charbon ; on ferme avec lui le creuset renversé et luté ; on chauffe au feu le plus fort qu'on puisse faire dans un laboratoire pendant une heure et davantage. Il faut que la température du fourneau aille au moins à 160 degrés du pyromètre de Weedgwood. Après le refroidissement du creuset, on trouve, sous ou au milieu même d'une scorie plus ou moins vitrifiée, un ou plusieurs globules métalliques qui vont jusqu'à près du tiers de l'oxide de manganèse employé ; Bergman les porte à 0,30. Si le feu n'est point assez fort, les grains de métal trop petits et disséminés dans la scorie ne peuvent pas se réunir. On observe encore que lorsque le creuset se renverse, et que le métal touche ses parois, toute la masse est vitrifiée, et

on n'obtient point de métal. J'ai plusieurs fois tenté cette difficile réduction : je n'ai jamais eu dans les laboratoires assez de feu pour rassembler le manganèse en un seul culot ; mais je l'ai obtenu en grains ou petits globules, qui étoient enveloppés chacun d'une fritte vitreuse d'un vert foncé.

14. Bergman, dans sa Dissertation sur la docimasie humide, donne, pour procédés docimastiques des mines de manganèse, leur dissolution dans les acides, à l'aide du sucre ajouté, l'évaporation à siccité du nitrate qu'on en obtient, et le traitement des oxides mixtes de manganèse et de fer, par l'acide acéteux ou le nitrique très-faible qui dissolvent le premier sans toucher au second par l'addition du sucre. Il observe encore qu'en précipitant par les prussiates alcalins une dissolution de manganèse et de fer, le précipité de prussiate de manganèse est dissoluble dans l'eau, tandis que celui du fer ne l'est pas, et qu'on a dans cette propriété un bon moyen pour séparer ces deux métaux. C'est par lui que le citoyen Guyton a reconnu la présence du carbonate de manganèse dans l'eau de Châtillon ; mais il remarque qu'il y a en même temps un peu de prussiate de fer dissous.

15. Il n'y a aucuns travaux en grand sur les mines de manganèse, non pas seulement à cause de la propriété réfractaire de ces mines, mais sur-tout parce qu'il n'est point utile dans l'état métallique. On exploite seulement comme des carrières les lieux où l'oxide natif de manganèse se rencontre, afin de fournir aux verreries, etc. cet oxide, qui y est employé.

E. *Traitement par le feu et l'air.*

16. On a dû voir par les détails précédens que l'oxide de manganèse étant très-abondant au sein de la terre, et que le métal étant, au contraire, très-difficile à obtenir, c'étoit de l'oxide seulement qu'on avait fait usage dans les

arts. Comme c'est aussi snr cet oxide qu'ont été faites toutes les expériences et les découvertes de Schéele, qui n'a pas connu le métal : il n'y a d'autre manière d'en bien connaître et d'en saisir l'ensemble que de comparer, dans l'exposition de chaque traitement et de chaque phénomène, les propriétés de ce métal et celles de l'oxide, ou plutôt des oxides ; car il sera souvent nécessaire de décrire en particulier les effets de celui qui est au *maximum* et de celui qui est au *minimum* d'oxidation.

17. Il n'y a point de métal aussi combustible, et qui se combine plus facilement comme plus promptement à l'oxigène atmosphérique que le manganèse. Bergman avait remarqué que sa couleur était très-altérable à l'air, qu'il s'y résolvait quelquefois en poussière brune, tirant au noir, pesant davantage que le métal entier ; il ignorait encore quelle était la cause de ce phénomène, qu'il attribuait vaguement au peu de rapprochement des particules ; l'humidité lui avait paru le favoriser, ainsi que l'impression de l'air atmosphérique : car il avait observé qu'un petit fragment de ce métal, enfermé dans une bouteille sèche et bien bouchée, s'était conservé entier pendant six mois ; mais qu'ayant été ensuite exposé à l'air libre pendant deux fois vingt-quatre heures, sa surface s'était ternie, et il était devenu friable sous le doigt ; enfin il a vu que les parties les plus chargées de fer résistaient beaucoup mieux à cette altération spontanée. Tel est le cas sans doute des boutons conservés sans changement à l'air pendant plusieurs années par le citoyen Guyton, quoique cependant ils ne fussent pas sensiblement magnétiques. Voici ce que j'ai constaté sur l'oxidabilité spontanée du manganèse. En cassant les petits globules que j'en avais obtenus par la réduction de l'oxide natif sans flux, je m'apperçus que leur surface fraîche, de grise blanche brillante qu'elle était au moment où elle venait d'être découverte, se ternissait presqu'à l'instant même dans l'air, se colorait bientôt

en lilas, puis en violet, qui passait promptement au noir. Dans le dernier état, ils étaient friables sous le doigt, et formaient une poussière noire semblable aux oxides natifs. Ayant renfermé quelques-uns de ces globules entiers et couverts de la petite couche d'oxide formée ou laissée pendant leur fusion, dans un petit flacon bien bouché, ils s'y conservèrent entiers ; mais les ayant cassés pour en observer le grain et le tissu intérieur, et les ayant remis dans le même flacon qu'on agitait de temps à autre pour les observer, au bout de quelques mois on les trouva tous réduits en une poudre noire qui avait plus de poids que les globules n'en avaient eu.

18. Il n'est pas douteux que ce phénomène ne dépende de la prompte et facile absorption de l'oxigène atmosphérique par le manganèse ; mais il est bien remarquable que ce soit le seul métal qui présente une oxidation aussi rapide et aussi forte. Cette célérité de combustion, qui n'a de degré supérieur parmi les corps combustibles, que celle du phosphore, est réunie à la puissante attraction que ce métal exerce sur l'oxigène. On verra par la suite qu'il l'enlève au fer et au zinc, et qu'il est le premier des métaux dans cette propriété : aussi le citoyen Guyton lui donne-t-il le premier rang d'oxidabilité ; mais on ne voit pas par quelle raison il met sur la même ligne le fer, le zinc, le cobalt et le nickel, puisque ces métaux sont bien loin d'exercer sur l'oxigène une attraction aussi forte et aussi active. Une des expériences de Bergman le prouve sans réplique. Ayant chauffé fortement pendant vingt minutes, à l'aide du soufre, quelques parcelles de manganèse enfermées dans un creuset de Hesse couvert, mais dans lequel il y avait assez d'air pour en opérer l'oxidation, il a eu un verre jaune obscur et un petit globule de fer ; le manganèse s'est donc oxidé et vitrifié dans un lieu et à une température où le fer a résisté et s'est seulement fondu. Cette singulière oxidabilité du manganèse m'a fait penser qu'il pourrait servir de moyen

eudiométrique, et que pour le conserver il faudrait le tenir sous de l'huile ; car l'eau ne doit pas remplir cet objet.

19. A plus forte raison encore le manganèse doit-il s'altérer et se brûler promptement quand on le chauffe avec le contact de l'air. On le voit passer successivement par les nuances de gris, de fauve, de rouge, de brun et de noir, à mesure qu'il absorbe des quantités plus grandes d'oxigène. Bergman dit que l'oxide artificiel, chauffé sans interruption pendant douze jours, passe au vert obscur. Je ne doute point qu'à une haute température, à laquelle on l'éleverait brusquement, et sans l'avoir laissé se saturer d'oxigène, par exemple, en le faisant rougir dans un appareil bien fermé, et en le plongeant tout à coup dans de l'air vital, à l'époque où il serait prêt de sa fusion, il ne s'enflammât aussi vivement que le fer ou le phosphore, et ne brûlât en lançant au loin des étincelles ardentes et très-lumineuses, quoique l'expérience n'en ait point encore été faite. On n'a pas encore déterminé les proportions d'oxigène qu'il contient dans ses divers états d'oxidation, depuis le gris blanc, son *minimum* évident, jusqu'au noir foncé, *maximum* certain de cette oxidation. Bergman avance que du manganèse effleuri à l'air, et changé en un oxide obscur (brun) pendant quatorze jours, a augmenté de 0,35. On sait qu'au dernier terme de son oxidation, cent parties de manganèse sont augmentées de poids jusqu'à cent soixante-huit.

20. Les oxides de manganèse natifs ou artificiels se comportent diversement quand on les expose à la lumière et à l'action du calorique, suivant leur état d'oxidation. Les plus oxidés et les plus noirs, dont se rapprochent quelquefois ceux qui sont brillans et métalliformes dans la nature, distillés ou plutôt chauffés dans des vaisseaux fermés avec l'appareil pneumatochimique, donnent de grandes quantités de gaz oxigène assez pur ; on en retire moins des bruns clairs, des fauves et des gris, et point du tout des blancs. Ce fait bien

avéré prouve que les diverses portions d'oxigène contenues dans l'oxide le plus complet de manganèse adhérent au métal avec une force différente, qu'on peut séparer plus ou moins facilement la portion qui le noircit et le colore en général au-delà du blanc, et que celle qui lui est unie dans le dernier état de coloration, y tient avec une énergie si grande, que l'action du feu est incapable de l'en séparer sans l'intermède d'un corps qui y joigne son attraction particulière comme le charbon.

21. Cette propriété des oxides colorés de manganèse, de fournir du gaz oxigène par l'action du calorique, sert souvent, dans les laboratoires de chimie, pour se procurer cette espèce de fluide élastique. On a cependant observé que ce gaz n'était pas aussi pur que celui qu'on extrait de l'oxide spontané de mercure, et sur-tout que celui que donne le muriate suroxigéné de potasse. Quelquefois il contient un peu de gaz acide carbonique ; quelquefois aussi on y trouve une petite portion de gaz azote, et c'est sans doute à la présence de ce dernier corps qu'il faut attribuer le singulier fait, observé il y a long-temps par Bayen, de quelques gouttes ou vapeurs nitreuses, dégagées pendant le traitement de l'oxide de manganèse, dans un appareil distillatoire. On voit donc que, pour des expériences exactes, il faut préférer le gaz dégagé du muriate suroxigéné de potasse.

22. A mesure qu'on sépare l'oxigène en gaz d'un oxide de manganèse coloré par l'action du feu, il perd sa couleur et repasse toujours vers le gris ou le blanc, qui, comme on l'a déja vu, se rapproche de l'état métallique ; en exposant cet oxide, en partie désoxidé, au contact de l'air, il absorbe de l'oxigène atmosphérique ; il noircit, et devient capable de donner de nouveau gaz par l'action du calorique. J'ai répété cette expérience trois fois de suite sur le même oxide de manganèse, et je me suis convaincu par là que cet oxide, privé de la partie du principe oxidant qu'on en dégage par l'action du

calorique, est une espèce d'aimant de l'oxigène aérien, à l'aide duquel on peut se procurer ce gaz, presque sans d'autres frais que ceux du combustible nécessaire pour le dégager : mais ce gaz n'est pas assez pur pour des expériences délicates.

23. Il faut ajouter encore aux propriétés de l'oxide de manganèse dépendantes du calorique, celle de se vitrifier seul à un grand feu, et de donner un verre verdâtre, lorsqu'on le chauffe dans un vase qui contient de l'air et qui ne permet pas à l'oxigène propre au métal de se dégager en gaz.

F. *Traitement par les combustibles.*

24. On ne connaît point d'union du manganèse avec l'azote, l'hidrogène et le charbon. On sait que ce dernier, chauffé fortement avec l'oxide de ce métal, lui enlève son oxigène, et le réduit à une très-haute température : il paraît qu'il ne s'unit pas, dans ce cas, avec le métal, mais bien avec le fer qui s'y trouve allié, comme on le verra.

25. Bergman dit que le manganèse métal paraît résister à la combinaison avec le soufre : ce que je ne regarde pas encore comme certain ; mais il décrit l'union qu'il a formée entre le soufre et l'oxide de manganèse. Huit parties de cet oxide ont pris, dans une cornue de verre, trois parties de soufre, et ont produit une masse jaune verdâtre, attaquable avec effervescence, et donnant du gaz hidrogène sulfuré par les acides. Schéele a observé de plus qu'une partie du soufre passait à l'état d'acide sulfureux dans cette opération.

26. Pelletier a parlé de l'union du manganèse avec le phosphore. Ayant chauffé parties égales de verre phosphorique et de manganèse avec un huitième du premier de charbon, il a obtenu un phosphure d'une couleur blanche, brillante et métallique, d'une texture grenue, très-disposé, dit-il, à la cristallisation, fragile, et qui s'est conservé à l'air sans s'effleurir. Il observe que le manganèse qu'il a employé n'était pas efflorescent à l'air. On sait que cette propriété dépend de

l'alliage du fer. Il y avait au dessus du phosphure de manganèse un verre opaque de couleur jaunâtre. Il est parvenu à obtenir la même combinaison, en jetant du phosphore sur du manganèse rougi dans un creuset. Cette dernière expérience ayant été faite avec du manganèse efflorescent, Pelletier observe que le phosphure obtenu n'avait point ce caractère. Ce phosphure lui a paru plus fusible que le manganèse ; en le faisant fondre au chalumeau, on voit brûler le phosphore à mesure que le métal s'oxide.

27. Le manganèse se fond et s'allie avec le plus grand nombre des substances métalliques ; on a cependant peu examiné encore ses alliages, sur-tout ceux qui sont faits avec les métaux précédemment décrits.

G. *Action sur l'eau et sur les oxides.*

28. Quoiqu'on n'ait pas repris les travaux de Bergman et de Schéele sur le manganèse et son oxide, depuis la découverte de la décomposition de l'eau, et quoique l'expérience n'ait point prononcé encore sur les effets réciproques de ce métal et de ce liquide, la vîtesse avec laquelle le métal s'unit à l'oxigène, et l'attraction qu'il paraît avoir pour la première portion qui le convertit en oxide blanc, me font croire qu'il est, comme le fer et le zinc, et peut-être même plus encore que ces deux métaux, susceptible de décomposer l'eau et de lui enlever son oxigène. On connaîtra bientôt quelques faits qui semblent le prouver assez positivement : c'est pour cela que j'ai conseillé de ne pas le tenir sous l'eau.

29. Sa forte attraction pour l'oxigène annonce qu'il est capable d'enlever ce principe à la plupart des autres oxides métalliques, et c'est, en effet, ce qui arrive quand on le plonge dans les dissolutions de ces oxides par les acides ; mais il faut prendre garde à la différente attraction qu'il a pour diverses proportions de ce principe, et bien concevoir, d'après cela, qu'en chauffant son oxide noir ou le plus oxidé avec

certaines substances métalliques, il peut leur céder la partie de son oxigène à laquelle il adhère le moins, et contredire ainsi, en apparence, cette propriété désoxidante générale qui devrait faire son caractère spécifique. Cette variété d'attraction pour les diverses proportions d'oxigène fait varier beaucoup ses propriétés : ce qui donne naissance, comme je le ferai voir plus bas, à une foule de phénomènes qui semblent même quelquefois contradictoires entre eux.

H. *Traitement par les acides.*

30. C'est dans l'action réciproque des acides du manganèse et de ses oxides que consistent les faits les plus singuliers de son histoire, et les phénomènes les plus nombreux de ses combinaisons. C'est sur cette action que Schéele et Bergman ont le plus insisté. Tandis qu'elle leur servait à étayer la théorie singulière qu'ils avaient déja adoptée sur la chaleur, comme composée d'air et de *phlogistique*, elle fournissait à la doctrine pneumatique les résultats les plus heureux pour ses preuves, et l'appui le plus solide pour sa confirmation, comme je vais le faire voir par les détails dans lesquels je vais m'engager, soit d'après les expériences des deux illustres chimistes suédois, soit d'après celles qui me sont particulières.

31. L'acide sulfurique concentré agit même à froid sur le manganèse ; son action est beaucoup plus prompte et plus forte lorsqu'il est étendu de deux ou trois parties d'eau. Il se dégage, pendant qu'elle a lieu, une quantité notable de gaz hidrogène ; sa dissolution est plus lente que celle du fer. Il reste dans la liqueur une masse noire spongieuse qui conserve la forme du métal, et qui, comme l'a indiqué M. Kirwan, est du carbure de fer, preuve de ce que j'ai avancé (n°. 24), que le carbone, dans la réduction du manganèse, s'unit au fer. Sa dissolution neutre est blanche et sans couleur ; elle donne par l'évaporation des cristaux transparens, également

incolores, parallélipipèdes, d'une saveur très-amère, que le feu décompose en en dégageant de l'acide sulfurique et du gaz oxigène, et d'où les alcalis fixes séparent un oxide blanc qui devient promptement brun à l'air, en commençant par la couche supérieure dans le vase où a été faite la précipitation; tandis que les carbonates alcalins en précipitent un carbonate de manganèse qui n'absorbe point ainsi l'oxigène atmosphérique, et ne noircit pas comme le précédent. On voit dans cette action de l'acide sulfurique la décomposition de l'eau, la fixation d'une certaine proportion de son oxigène qui ne va pas au-delà de 0,20 dans le manganèse, dont l'oxide blanc se dissout à mesure qu'il est formé dans l'acide sulfurique. L'oxide de manganèse blanc, séparé par les alcalis purs, se dissout dans tous les acides lorsqu'il n'est point noirci encore, et au moment où il vient d'être précipité sans avoir été exposé à l'air, et sans avoir absorbé l'oxigène qui le rend indissoluble. C'est en raison de cette dissolubilité, que l'oxide blanc disparaît promptement dans l'acide sulfurique, même étendu; et comme il contient juste la quantité d'oxigène convenable à sa dissolution dans cet acide, il s'y unit sans avoir besoin d'en absorber, et conséquemment sans effervescence : car celle-ci n'a lieu pendant la combinaison du manganèse métallique, que parce qu'il absorbe l'oxigène de l'eau, dont il dégage en même temps l'hidrogène.

32. L'oxide noir de manganèse ne se dissout que difficilement, peu à peu et en petite quantité dans l'acide sulfurique bouillant : cependant on parvient à saturer la dissolution; et l'on trouve la raison de l'un et de l'autre de ces faits, d'une part, dans la lenteur de la dissolution, et de l'autre dans la saturation à laquelle on parvient. En faisant l'opération dans un appareil fermé et muni de tubes pneumatiques, on a du gaz oxigène, qui provient manifestement de l'oxide de manganèse, lequel, ainsi désoxidé, devient dissoluble dans l'acide sulfurique. Si on distille à siccité et qu'on lave le résidu,

celui-ci se dissout en sulfate de manganèse ; et en faisant plusieurs fois de suite une pareille opération, on enlève tout l'oxide de manganèse. Il est bien évident ici que l'acide sulfurique, par son attraction pour l'oxide, pris dans son *minimum* ou dans son état blanc, est la cause du dégagement d'oxigène, puisque ce dégagement est beaucoup plus prompt par l'addition de cet acide qu'il ne l'est dans la distillation de l'oxide seul : ce que savent bien tous les chimistes qui ont besoin de se procurer ce gaz. Un autre fait, dû à Schéele, prouve également l'influence de l'acide sulfurique chaud sur la désoxidation du manganèse : c'est que, si l'on ajoute du sucre, du miel ou de la gomme au mélange d'acide sulfurique et de cet oxide, on rend celui-ci dissoluble sans qu'il se dégage d'oxigène en gaz, parce qu'il est absorbé par la matière végétale, absorption qui n'a pas lieu sans la présence de l'acide : car on mêle vainement cet oxide avec les corps végétaux seuls ; ils n'en opèrent en aucune manière l'oxidation. Dans le cas de cette addition, on voit pourquoi la dissolution dans l'acide est beaucoup plus prompte que lorsque celui-ci agit seul. En effet il y a ici deux forces qui conspirent ensemble, celle de l'acide sur l'oxide désoxidable, et celle de la matière végétale sur son oxigène ; quelques métaux, l'or même, suivant Bergman, agissent par le même principe et favorisent la dissolution de l'oxide noir dans l'acide sulfurique.

33. Lorsque, dans l'union de l'oxide de manganèse noir avec l'acide sulfurique que je viens de décrire, on distille à siccité cet acide peu étendu sur moitié de son poids d'oxide, on extrait plus du quart de cet oxide, dissous en sulfate, par le moyen de l'eau ; et cette solution est rouge ou violette, ainsi que le sel cristallisé qu'on en obtient : ce qui annonce que dans ce cas l'oxide de manganèse retient plus d'oxigène que lorsque la dissolution est blanche, comme elle l'est en faisant agir le métal lui-même sur l'acide ; il faut aussi conclure de là qu'il y a deux sulfates de manganèse, l'un peu

oxidé, c'est le blanc ; l'autre, au *maximum* d'oxidation où l'acide peut tenir cet oxide. On verra qu'il en est de même du fer, qui présente aussi deux sulfates différens, suivant l'état d'oxidation de ce métal. On obtient promptement ce sulfate de manganèse rouge ou violet, et plutôt encore de cette dernière couleur, en unissant à l'acide sulfurique l'oxide de ce métal fait par son exposition à l'air, oxide qui s'y dissout facilement. Les alcalis le précipitent en rougeâtre, et ce précipité noircit très-vîte à l'air. Bergman observe, à cette occasion, que l'oxide rouge de manganèse tient à cet égard le milieu entre le noir et le blanc ; qu'il est plus dissoluble dans l'acide sulfurique que le premier, et moins que le blanc ; il faut ajouter qu'il forme avec lui un sulfate oxigéné ou coloré, tandis que le blanc donne un sulfate simple et sans couleur. Les matières végétales avides d'oxigène décolorent et décomposent le sulfate oxigéné de manganèse, et le font passer au blanc ou à l'état de sulfate simple. Il paraît, d'après plusieurs observations de Schéele, que les corps organiques, en désoxidant ainsi le manganèse, en favorisant sa dissolution dans les acides, opèrent par leur carbone, puisqu'il a remarqué qu'il se dégageait de l'acide carbonique.

34. L'acide sulfureux n'agit que faiblement ou point sur le manganèse, mais bien sur son oxide. Il le dissout facilement et sans effervescence. Schéele avoit vu qu'en recevant le gaz acide sulfureux dans de l'eau où l'on a délayé de l'oxide de manganèse noir, celui-ci blanchissait, disparaissait et se dissolvait peu à peu dans cet acide liquide sans offrir ni mouvemens ni bulles. Il avait remarqué de plus que cette dissolution était du sulfate et non du sulfite de manganèse, et que ce sulfate était blanc. Rien n'est plus clair que ce phénomène dans la doctrine pneumatique. L'acide sulfureux, très-avide d'oxigène, l'enlève à l'oxide très-oxidé, et repasse à l'état d'acide sulfurique qui dissout à mesure l'oxide privé de la portion d'oxigène que lui donnait son indissolubilité. On voit par là qu'il

ne doit point y avoir d'effervescence, et que la dissolution doit contenir du sulfate blanc et simple de manganèse. Tous ces détails vont rendre plus claire et plus simple l'action des autres acides sur le manganèse et sur ses oxides.

35. L'acide nitrique dissout le manganèse avec effervescence et dégagement de gaz nitreux ; il reste une masse spongieuse, noire et légère de carbure de fer, qui n'est point dissoluble. Cette dissolution est colorée à cause du fer qu'elle contient ; cette couleur est sombre, et il n'y a pas de nitrate de manganèse rouge ou violet, comme le sulfate. L'oxide blanc de manganèse ou le moins oxidé se dissout très-facilement dans l'acide nitrique, et sans effervescence comme sans gaz nitreux : ce qui tient à ce que l'oxide contenant la portion d'oxigène qu'il peut tenir pour rester uni aux acides, il n'a pas besoin d'en enlever au nitrique, et par conséquent de décomposer cet acide comme le fait son métal. Cette dissolution nitrique de l'oxide blanc est sans couleur, à moins qu'elle ne contienne du fer ; elle ne fournit point de nitrate de manganèse cristallisé, même par une évaporation douce. L'oxide noir ne se dissout que très-peu et très-difficilement dans l'acide nitrique ; cependant on peut l'en saturer à la longue. Il est évident que cette différence entre cet acide et le sulfurique tient à ce qu'il est plus volatil, à ce qu'il n'a pas tant d'attraction en général pour les oxides métalliques, à ce qu'il tend toujours plus à leur fournir qu'à leur ôter de l'oxigène : en ajoutant du sucre, du miel, des huiles, des métaux même, au mélange de l'oxide noir de manganèse, et de l'acide nitrique, on favorise leur combinaison ; et l'oxide, privé d'une portion de son oxigène par ces corps dont l'acide augmente la tendance pour s'y unir, se dissout dans cet acide. Il se dégage du gaz acide carbonique pendant cette opération, et plus même que dans celle que l'on fait avec les autres acides.

36. L'acide nitreux dissout beaucoup mieux les oxides de manganèse que le nitrique. Schéele a très-bien vu et très-bien

décrit les importans phénomènes de cette dissolution : elle a lieu sans effervescence. Il se forme du nitrate et non pas du nitrite de manganèse ; l'acide sulfurique en dégage ensuite des vapeurs blanches et non des vapeurs rouges. Cela est manifestement dû à l'absorption de l'oxigène par l'oxide nitreux, comme le prouvent et la dissolution de l'oxide, qui ne peut avoir lieu sans sa désoxidation préliminaire, et la conversion de l'acide nitreux en acide nitrique. Il est superflu de faire remarquer ici combien tous ces faits s'accordent avec la doctrine pneumatique, et donnent de force aux principes qui la constituent.

37. Le manganèse se dissout avec effervescence et dégagement de gaz hidrogène dans l'acide muriatique liquide. Son oxide blanc s'y unit également sans effervescence et sans séparation de gaz, parce qu'il n'a pas besoin d'absorber d'oxigène, dont il est assez pourvu pour se dissoudre dans cet acide. Son oxide noir s'y dissout aussi plus facilement que dans les acides précédens, à cause de la double tendance que cet acide exerce d'une part sur l'oxigène dont il se sature en partie pour passer à l'état d'acide muriatique oxigéné, de l'autre part, sur l'oxide de manganèse, au *minimum* d'oxidation, avec lequel il forme un sel. Quand on fait agir de l'acide muriatique sur l'oxide noir de manganèse, il y a donc deux actions remarquables de cet acide, et il partage son énergie en deux forces qui se font équilibre, ou plutôt qui ne cessent d'agir que lorsqu'il y a équilibre entre elles : l'une désoxide le manganèse et forme de l'acide muriatique oxigéné, jusqu'à ce qu'il soit devenu dissoluble ; l'autre le dissout et fait entrer une portion de l'acide dans une combinaison saline. C'est cette expérience qui a fait découvrir à Schéele l'acide qu'il nommait *acide marin déphlogistiqué*, et aux chimistes français la véritable nature de ce composé, qu'ils ont désigné par le nom exact d'*acide muriatique oxigéné*. On observe, dans l'action de l'acide muriatique sur l'oxide noir de manganèse, le passage de cet oxide au rouge, au gris et au blanc. Dans ce

dernier état, il s'unit à l'acide et forme un sel sans couleur; si l'on ajoute un corps combustible, la dissolution de l'oxide noir dans cet acide s'opère sans formation d'acide muriatique oxigéné. On n'a point décrit encore avec exactitude les propriétés du muriate de manganèse. Bergman dit qu'il donne difficilement des cristaux, mais seulement une masse saline déliquescente. Cependant il arrive fréquemment dans les laboratoires, d'obtenir de gros cristaux de ce sel, dont, il est vrai, on n'a point encore déterminé la forme : l'acide muriatique décompose le sulfate de manganèse.

38. L'acide muriatique oxigéné oxide promptement et sans effervescence le manganèse jusqu'à l'état blanc ; il brûle et enflamme ce métal lorsqu'on le jette en poudre ou en limaille dans du gaz acide muriatique oxigéné. Il s'unit aussi aux oxides de manganèse, et fait des dissolutions colorées en brun, en rouge ou en violet, qui fournissent des cristaux de même couleur. Il y a donc un muriate oxigéné de manganèse dont on n'a point encore reconnu les propriétés, et qu'il sera très-important d'examiner.

39. L'acide phosphorique ne s'unit pas immédiatement au manganèse ; il ne dissout que difficilement ses oxides : on peut l'y unir en versant une dissolution d'un phosphate alcalin dans celle du nitrate ou du muriate de manganèse : on a un précipité de phosphate de ce métal. Il en est de même de l'acide fluorique qui forme aussi un fluate de manganèse peu dissoluble. On fait la même chose avec les borates.

40. L'acide carbonique liquide attaque le manganèse ainsi que son oxide noir : l'un et l'autre s'y dissolvent, quoiqu'en petite quantité. Cette dissolution, exposée à l'air, laisse précipiter peu à peu l'oxide, qui se sépare à la surface en une pellicule blanche, s'il n'y a point d'oxide de fer. Bergman observe que, lorsqu'on se sert du métal dans cette combinaison, il se dégage une odeur analogue à celle de la graisse brûlée.

41. On ne connaît pas l'action des quatre acides métalliques sur le manganèse et ses oxides, non plus que leurs combinaisons avec ce métal. On sait cependant que l'acide arsénieux a la propriété d'enlever une portion d'oxigène à l'oxide noir de manganèse, de passer ainsi à l'état d'acide arsenique, et qu'il le blanchit en même temps.

42. En général, aucune des dissolutions du manganèse dans les acides ne se décompose et ne se trouble par le contact de l'air. Les acides retiennent trop fortement cet oxide pour qu'il puisse absorber l'oxigène atmosphérique. Les alcalis purs et les terres alcalines en séparent l'oxide de manganèse en brun, qui se fonce promptement à l'air et par le seul contact de l'eau qui contient de l'air.

I. *Traitement par les bases salifiables et par les sels.*

43. Le manganèse n'éprouve aucune action de la part des terres; son oxide se combine et se vitrifie avec elles en les colorant d'une manière diverse, suivant que cet oxide contient plus ou moins d'oxigène, et est plus ou moins chargé de fer. En général, ces frittes vitreuses ont des couleurs vertes, sombres, brunes, noirâtres ou d'un vert jaune : elles sont très-rarement rouges lorsqu'on n'y ajoute pas de flux proprement dit.

44. Les alcalis purs favorisent l'oxidation du manganèse et la décomposition de l'eau par ce métal, parce qu'ils s'unissent facilement à cet oxide. Schéele a bien décrit l'union des alcalis fixes avec l'oxide de manganèse. Par la voie sèche, ces deux corps se fondent ensemble en une masse d'un vert foncé, qui est dissoluble dans l'eau, et qui la colore en vert : en gardant cette dissolution dans un vase bien bouché, il s'en précipite un oxide de fer jaune, et la liqueur verte passe au bleu. L'eau précipite la dissolution alcaline en lui donnant une couleur violette, puis rouge. A mesure que les molécules

de l'oxide se rassemblent, la liqueur devient blanche. L'addition de quelques gouttes d'acide ou l'exposition à l'air produisent le même effet de précipitation et les mêmes nuances de couleur, en oxidant davantage le manganèse. L'acide arsenieux, ajouté à cette dissolution alcaline, lui ôte toute sa couleur et la rend blanche en lui enlevant son oxigène. En ajoutant du charbon à l'oxide de manganèse, que l'on fait fondre avec l'alcali, il y a effervescence, dégagement d'acide carbonique, et décoloration ou changement de la couleur en gris blanc. L'acide carbonique est ici formé par l'union du carbone avec l'oxigène de l'oxide, et celui-ci repasse à l'état d'oxide blanc. C'est en raison de ces changemens si remarquables de couleurs, ainsi que de nuances si variées que prend la liqueur traitée de différentes manières, qu'on a donné à cette combinaison le nom de *caméléon minéral*. Ces phénomènes se retrouvent dans les cendres et dans les alcalis du commerce, qui contiennent une certaine proportion d'oxide de manganèse, et qui se colorent de beaucoup de manières différentes, suivant qu'ils attirent l'humidité, qu'on les expose à l'air, qu'on les traite par les acides. Le citoyen Guyton pense que, dans cette combinaison, le manganèse est à l'état acidifié, et il le nomme *acide manganésique*.

45. Schéele avait entrevu l'altération que l'ammoniaque éprouve, de la part de l'oxide de manganèse, dans la distillation de cet oxide avec le muriate ammoniacal; il avait soupçonné que l'ammoniaque était en partie décomposée, et c'est à cette décomposition qu'il attribuait l'espèce de gaz qu'il avait obtenu et qu'il avait soigneusement distingué d'avec l'acide carbonique. Le citoyen Berthollet a mis cette vérité hors de doute; il a fait voir qu'en distillant ces deux corps, l'hidrogène, quittant l'ammoniaque, se portait sur l'oxigène de l'oxide de manganèse avec lequel il formait de l'eau, et que l'azote, autre principe de cet alcali volatil, se dégageait

en liberté. M. Milner a fait depuis une autre découverte sur cette action réciproque et décomposante ; en faisant passer du gaz ammoniac à travers un tube rempli d'oxide de manganèse rouge de feu, il a eu du gaz nitreux par l'union de l'azote de l'ammoniaque avec l'oxigène de l'oxide. C'est un des phénomènes qui, comme on voit, confirment avec le plus de force les bases de la doctrine pneumatique sur la nature comparée de l'acide nitrique, de l'ammoniaque, de l'eau et des oxides métalliques. Il n'est pas invraisemblable que l'oxide de manganèse ne puisse devenir quelque jour un des moyens les plus fructueux de la production de l'acide du nitre dans les nitrières artificielles.

46. Le manganèse et ses oxides n'ont pas d'action connue sur les sulfates : ces sels ont cependant la propriété de décolorer au grand feu les verres colorés par le manganèse. Les nitrates brûlent aisément ce métal, et l'oxident fortement ; c'est pour cela que le nitre fondu colore en violet ou en rouge les verres blanchis par cet oxide, en lui rendant l'oxigène qui lui avoit été enlevé dans la fusion de ces verres. Les oxides noirs de manganèse décomposent à chaud le nitrate de potasse, en dégageant l'acide et se combinant avec sa base, en formant un composé semblable à celui que l'on forme immédiatement avec les alcalis.

47. Les phosphates et les borates fondus au chalumeau avec l'oxide de manganèse donnent des couleurs qui varient suivant l'état de cet oxide et suivant le genre de fusion qu'on leur fait éprouver. Bergman et Schéele ont donné des détails très-précis sur les phénomènes de ces combinaisons. Un globule de phosphate d'ammoniaque et de soude fondu au chalumeau, avec de l'oxide noir de manganèse, le colore en bleu rouge ou en rouge si on met plus de cet oxide. En le chauffant long-temps sur le charbon, ou en ajoutant un peu de celui-ci en poudre, sa couleur se dissipe avec effervescence : cela n'a lieu qu'avec la flamme bleue intérieure du

chalumeau ; mais si on n'emploie que la flamme blanche extérieure, et que le globule vitreux se trouve ainsi dans l'air, la couleur reparaît dans les mêmes nuances. Le nitre la fait reparaître sur-le-champ, au lieu que le soufre, les sulfates, les métaux et beaucoup d'oxides métalliques la détruisent : le premier de ces corps en rendant de l'oxigène au manganèse, et les seconds en le lui enlevant. On peut de nouveau, et lorsqu'on a blanchi un globule vitreux salin chargé de manganèse par sa désoxidation, lui redonner les premières couleurs en le refondant quelque temps dans une cuiller d'argent ou de platine avec le contact de l'air qui lui rend l'oxigène dont il a été privé. Dans les changemens qui ont lieu si facilement en petit et au chalumeau, on observe une différence sensible, si on les produit ou si l'on essaie de les produire dans des creusets. Le charbon et le soufre agissent bien comme décolorans ou désoxidans, et le nitre comme colorant ou oxidant ; mais les sulfates et les oxides métalliques ne produisent plus les effets qu'ils donnent au chalumeau, parce que le contact de l'air dans un cas, et de la vapeur combustible de la flamme bleue dans l'autre, agissent bien plus fortement sur le globule que des corps analogues ne peuvent agir dans un creuset.

48. Le borax fait naître ces phénomènes avec quelques légères différences dans les couleurs : au lieu du bleu rougeâtre donné au phosphate, elle est ici d'un jaune rouge ; la saturation par l'oxide est, à la vérité, rouge de rubis dans l'un et l'autre. Le charbon efface ici les couleurs plus tard et plus difficilement que dans le phosphate, à cause de l'adhérence plus forte que l'oxide contracte avec le borax.

49. Ces beaux phénomènes de coloration, donnés aux flux par l'oxide de manganèse en différens états d'oxidation, expliquent facilement comment cet oxide blanchit le verre. C'est l'oxide de fer qui tend le plus ordinairement à colorer le verre, et cet oxide n'y est pas saturé d'oxigène : en y ajoutant

de l'oxide de manganèse, celui-ci cède au premier tout l'oxigène qui lui manque pour devenir blanc, et passe lui-même à cette nuance en perdant une portion de ce principe. On voit pourquoi le nitre lui redonne la couleur violette en lui rendant l'oxigène qu'il avait perdu. Beaucoup d'autres oxides métalliques, et en général toutes les matières combustibles qui peuvent enlever ce principe à l'oxide de manganèse noir, et qui font souvent partie de la combinaison vitreuse qu'elles colorent, blanchissent également par cet oxide. On voit encore qu'il faut en mettre une dose proportionnée à celle des matières colorantes unies au verre : si on en met trop peu, il reste de la couleur primitive ; si l'on en met trop, l'oxide, qui n'est pas tout désoxidé, colore à sa manière, en violet ou en rougeâtre, le verre trop manganésé.

K. *Usages.*

50. On peut concevoir, d'après tout ce qui a été exposé ici, que le manganèse et son oxide doivent être des instrumens extrêmement utiles en chimie : le premier, comme métal extrêmement combustible et absorbant à beaucoup d'autres corps l'oxigène pour passer à l'état d'oxide blanc ; le second, à l'état noir ou dans son *maximum* d'oxidation, comme portant dans les corps une portion abondante et très-active de l'oxigène qu'il contient. Aussi, outre l'acide muriatique oxigéné que cet oxide forme, peut-il être employé à l'analyse de beaucoup de corps ? et malgré l'état d'avancement de la science, on peut annoncer que les services que lui a déja rendus ce beau métal, ne sont rien encore en les comparant à ceux qu'il lui rendra par la suite.

51. Les arts tirent un grand parti de l'oxide de manganèse. Outre son emploi dans les verreries, pour blanchir le verre, qui le fait nommer *savon des verriers*, il sert aux émaux, à la la porcelaine, etc. Il est important de faire remarquer ici que les connaissances exactes, acquises aujourd'hui sur la

nature, les différences et les propriétés distinctives de cet oxide, suivant ses différens états d'oxidation, pourront, lorsqu'elles seront plus généralement répandues, et lorsqu'elles seront transportées dans les ateliers de verrerie, de porcelaines et d'émaux, guider les artistes et les ouvriers avec bien plus d'assurance que la routine aveugle et l'empirisme trompeur qui les ont dirigés jusqu'ici. En un mot, pour les arts et pour la science, le manganèse est un corps dont l'étude a déja conduit et doit conduire encore aux plus utiles et aux plus importans résultats.

ARTICLE XI.

Bismuth.

A. *Histoire.*

1. Le bismuth était connu des anciens, qui lui donnaient déja le nom d'étain de glace, qu'il a porté long-temps; parmi les minéralogistes, et sur-tout depuis l'époque de l'ouvrage d'Agricola, où l'on a commencé à s'occuper de ses différences et de celles de ses mines d'avec les autres métaux, on l'a nommé successivement, à cause des notions variées et souvent fausses que chaque auteur en donnait, *étain gris*, *plomb et saturne gris*, *antimoine blanc*, *marcassite blanche et argentée*, *jovial*, *pyrite grise*, etc. etc. Il est indiqué sous le nom de *magnésie* dans Gebber; sous celui de *démogorgon*, dans Glauber, de *nymphe* dans Vanhelmont, *de glaure* dans Augurellus.

2. Pott et Geoffroy le jeune, en 1753, sont les deux premiers chimistes qui en ont étudié les propriétés et distingué, les premiers, avec soin, les caractères spécifiques. Darcet et Rouelle l'ont soumis à une suite d'expériences remarquables.

Monnet, Baumé, en ont décrit ensuite les principales combinaisons d'une manière plus détaillée et plus exacte que leurs prédécesseurs. Bergman en a fait connaître avec plus de précision encore quelques combinaisons et les précipités. La doctrine pneumatique a rendu son histoire beaucoup plus exacte et plus claire, quoiqu'elle ne se soit point occupée encore en particulier des propriétés de ce métal.

B. *Propriétés physiques.*

3. Le bismuth pur est un métal fragile, d'un blanc tirant sur le jaune, présentant un tissu à grandes lames brillantes et miroitées. Sa pesanteur spécifique est de 9,822; elle varie, à ce qu'il paraît, suivant sa plus ou moins grande pureté, entre les limites de 9,822 à 10,000. Comme il s'enfonce un peu par les coups de marteau avant de se briser, et comme il n'est pas le plus cassant des métaux de cet ordre, Muschenbroëck a trouvé que le bismuth fondu donnant 8,716, allait, après avoir été frappé, à 9,638 : malgré ce rapprochement entre ses lames, elles se brisent par un choc violent; on le réduit en espèces de paillettes, et même en poudre fine qu'on peut passer au tamis de soie : dans cet état il est gris sale.

4. Avec un peu de précaution dans la dissection, on obtient facilement un octaèdre régulier d'un fragment lamelleux de bismuth. Le citoyen Guyton lui donne le troisième rang par la dureté, et le place à côté du cuivre par rapport à cette propriété. Son élasticité est faible; il a une saveur et une odeur particulières, quoique peu sensibles et faibles; il conduit facilement l'électricité et le galvanisme.

5. On n'a point estimé la dilatabilité du bismuth. Il se fond promptement et très-facilement. Le citoyen Guyton le range, en raison de cette propriété, entre l'étain et le plomb, et détermine sa fusibilité au 205e. degré du thermomètre de Réaumur. On peut le couler fondu dans un cornet de papier, sans qu'il le

brûle et même sans qu'il le roussisse. Si on le laisse refroidir lentement après sa fusion, il se cristallise en parallèlipipèdes qui se joignent ou plutôt se rencontrent à angle droit et s'enveloppent les uns dans les autres, à l'imitation des contours d'une volute, tels que ce qu'on nomme dessins à la grecque, parce que les Grecs ont souvent employé cette forme dans leur architecture. Pour obtenir cette cristallisation, on attend que le bismuth soit figé à sa surface, on en perce la croûte, on survide la portion fluide, non pour laisser un espace suffisant à l'arrangement régulier des molécules, comme le croyait Romé-Delisle, puisque les cristaux se forment au milieu du métal liquide comme les sels dans leur dissolution, mais pour mettre à nu les cristaux déja formés, et ne pas les laisser s'engager dans toute la masse du métal figé. Le citoyen Pouget a en effet observé qu'en enlevant la croûte solide formée à la surface du bismuth fondu, tandis que son milieu est encore liquide, cette croûte offroit en dessous des cristaux bien prononcés. Ce métal est celui de tous qui se cristallise le plus régulièrement et le plus facilement. C'est par lui que les chimistes ont commencé à faire cristalliser les métaux.

6. Le bismuth, long-temps et fortement chauffé après sa fusion, se sublime et s'élève en vapeur dans des vaisseaux bien clos. Il s'attache et se cristallise en paillettes brillantes à la partie supérieure de l'appareil, où on lui fait subir cette haute température. C'était en raison de cette volatilité, en même temps que de sa fragilité, qu'on l'avait rangé parmi les *demi-métaux* : on le disait le plus pesant des demi-métaux, et on le comparait, par rapport à eux, au plomb par rapport aux métaux.

C. *Histoire naturelle.*

7. Les mines de bismuth ne sont pas très-multipliées. Il n'y en a que trois qu'on ait bien distinguées les unes des

autres : l'une est le bismuth natif ; la seconde est le sulfure de bismuth, et la troisième est un oxide de ce métal. Celle qu'on a nommée mine de bismuth arsenicale n'est qu'un mélange accidentel de bismuth avec de l'arsenic.

8. Le *bismuth natif*, très-reconnaissable à sa couleur, à sa fragilité, à sa fusibilité, qui lui permet de se fondre en plaçant les gangues qui le contiennent à peu de distance d'un foyer, ou en en présentant à la flamme d'une bougie les fragmens qui se couvrent de toutes parts de globules bien fondus, l'est encore par son aspect et par sa forme. On le reconnaît aux petites lames jaunâtres, brillantes, triangulaires, striées et embriquées, aux dendrites engagées dans la gangue, ou aux octaèdres réguliers de la même couleur, et qui sont souvent très-bien prononcés ; il se laisse couper au couteau, et se brise facilement par le choc. On le trouve fréquemment à Scala en Néritie, en Dalécarlie, à Schnéeberg, à Bastnaës en Suède. Il est souvent mêlé d'arsenic interposé entre ses molécules.

9. Le sulfure de bismuth est une mine d'un gris bleuâtre, quelquefois d'une teinte jaunâtre, ou en masses informes assez semblables à celles du sulfure de plomb, ou cristallisée en prismes aiguillés très-ressemblans au sulfure d'antimoine. Sa cassure est brillante et lamelleuse. Les divisions longitudinales, suivant la remarque du citoyen Haüy, ont lieu parallèlement aux pans d'un prisme hexaèdre, et l'on en apperçoit d'autres qui sont obliques sur ses bases. La petitesse des fragmens ne lui a pas permis encore d'estimer exactement les positions de ces différentes coupes, et conséquemment de déterminer la forme primitive de ce minéral. On distingue le sulfure de bismuth de celui de plomb par sa fusibilité à la flamme d'une bougie. Quand on le chauffe au chalumeau, la vapeur blanche qui s'en exhale s'attache au charbon en un enduit d'un jaune roussâtre, qui blanchit par le refroidissement. Dans cette mine, le bismuth est uni au soufre à l'état

métallique ; quelquefois il paraît que le bismuth contient du fer. C'est sans doute ce qui a fait admettre à Cronstedt une mine de bismuth et de fer minéralisé par le soufre en grosses écailles cunéiformes de Konisberg en Norwège.

10. *L'oxide de bismuth natif* : celui-ci, qui se rencontre souvent avec le bismuth natif, ou à la surface du sulfure de bismuth, est aussi quelquefois isolé et déposé ou disséminé sur des gangues pierreuses en effervescences granuleuses, d'un jaune verdâtre très-reconnaissable par sa nuance. M. Kirwan croit que cet oxide est uni à l'acide carbonique. Bergman le dit de couleur blanchâtre et très-peu abondant.

D. *Essais et métallurgie.*

11. L'essai des mines de bismuth est un des plus aisés et des plus simples : il consiste à mêler les mines pilées et lavées avec le huitième ou le quart de leur poids de flux réductif, à les mettre dans un creuset, brasqué, bien fermé, et à les fondre à une douce chaleur, et avec promptitude, afin d'éviter la volatilisation du métal. Cramer recommande sur-tout de faire cette opération dans des vaisseaux bien clos. On obtient un culot qu'on pèse exactement.

12. Bergman donne pour moyen docimastique des mines de bismuth, par la voie humide, leur dissolution dans l'acide nitrique : on précipite cette dissolution par l'eau, comme on le verra plus bas ; et si la mine de bismuth natif contient quelques métaux étrangers, ceux-ci restent dissous après la précipitation du premier. Le sulfure de bismuth se dissout aussi dans l'acide nitrique, à l'aide d'une légère ébullition ; le soufre s'en sépare à mesure que le métal oxidé passe dans l'acide ; on le lave, on s'assure de sa pureté en le voyant brûler sans résidu sur un charbon allumé, et on en détermine la quantité par le poids. Il en est de même de l'oxide de bismuth natif : l'acide nitrique le dissout ; on le précipite

par l'eau et le fer ou le cobalt : si la mine en contient, il reste en dissolution. Bergman avertit qu'en précipitant l'oxide de bismuth, dissous par l'acide nitrique, cent treize parties d'oxide séparé représentent exactement cent parties du métal enlevé à la mine. Le poids du précipité est égal à la partie dissoute, quand c'est un oxide natif qu'on essaie.

13. Le travail en grand, ou la métallurgie relative aux mines de bismuth, n'est pas plus difficile que leurs essais, en raison de la réduction et de la fusion faciles de ce métal. Communément, dans les lieux où les mines de bismuth sont abondantes, on fait une fosse peu profonde sur le sol voisin de l'extraction ; on couvre cette fosse de bûches placées près les unes des autres ; on les allume et on jette par-dessus la mine concassée. Le bismuth se grille, s'oxide, traverse les charbons, se réduit, se fond, coule, et se rassemble dans la fosse battue, où il forme un pain orbiculaire. C'est de là que viennent ces pains de bismuth convexes d'un côté, plats de l'autre, souvent cristallisés à cette dernière surface, que l'on voit pendus en *montres* dans les boutiques des droguistes.

14. Dans d'autres lieux on incline, sur un trou fait en terre, un tronc de pin fendu en deux et creusé en canal, sur lequel on met un lit de bois sec qu'on allume ; on jette la mine à travers ce brasier : le métal fondu coule le long du canal de pin jusque dans le trou ou la casse qui le rassemble ; on l'y puise fondu avec des cuillers de fer ; on le verse dans des moules de fer ou des lingotières, où il se fige. On voit par le court exposé de ce travail, le plus simple de tous ceux qui existent dans la métallurgie, que le bismuth ne doit pas être toujours parfaitement pur, et qu'il n'est pas étonnant qu'on y trouve souvent du soufre, qui s'en sépare pendant ses dissolutions.

E. *Oxidabilité par l'air.*

15. Le bismuth ne s'altère que très-légèrement à froid par le contact de l'air ; il perd seulement de son brillant, et se couvre d'une petite poussière d'un gris jaunâtre ; mais il brûle très-facilement et absorbe promptement l'oxigène atmosphérique, quand on le chauffe avec le contact de l'air. Pott a observé qu'en agitant sans cesse dans l'air, à l'aide d'un tuyau de pipe, de la poussière de bismuth exposé à un feu très-doux, dans un vase plat, il se réduisoit en un oxide gris jaunâtre, facile à vitrifier et à réduire par les corps combustibles. Il pénètre, en se vitrifiant, après son oxidation, les pores des coupelles ; et quelques auteurs ont proposé de le substituer au plomb pour la coupellation, comme s'oxidant et s'absorbant plus vîte que ce dernier ; mais on a observé qu'il sautillait, qu'il formait des espèces de champignons et de choux-fleurs, et qu'ainsi il pouvait faire perdre des métaux précieux, comme je le dirai ailleurs.

16. Lorsqu'on fond du bismuth en contact avec l'air, il se couvre promptement d'une pellicule irisée, qui, agitée en continuant à la chauffer, se change en une poudre ou oxide gris verdâtre, quelquefois brunâtre, qu'on a nommée cendre de bismuth. Il augmente environ d'un douzième de son poids dans cette opération. Si on continue à le remuer dans l'air en le chauffant, il devient d'un jaune tirant sur l'orange, et un peu plus pesant qu'il ne l'était. Le citoyen Guyton porte l'augmentation de poids du bismuth complétement oxidé, à 0,25 : ce qui me paraît trop fort. Geoffroy le fils a observé qu'en faisant rougir du bismuth fondu dans un creuset découvert, il s'enflammait avec une légère explosion, présentait une lumière bleuâtre, et qu'il s'élevait en même temps dans l'air une fumée jaunâtre, condensable en ce qu'on nommait alors improprement *fleurs de bismuth*, de la même couleur.

Cet oxide, qui à la fin devient assez semblable au *minium* ou oxide rouge de plomb, suivant le même chimiste, n'est point volatil, et ne s'élève en vapeur, dans l'opération citée, que par la déflagration qu'éprouve le bismuth enflammé.

17. Le citoyen Darcet ayant exposé du bismuth dans des boules de pâte de porcelaine crue, au feu du four qui cuit cette terre, a vu constamment ce métal couler au dehors par une crevasse du creuset, et enduire celui-ci, sur ses parties extérieures, d'un verre jaunâtre, tandis que la portion du métal oxidée et vitrifiée à l'intérieur était d'un violet sale. L'oxide de bismuth est donc susceptible de se vitrifier par lui-même en un verre d'une couleur jaune verdâtre. Le citoyen Guyton le range au cinquième rang d'oxidabilité. Au reste, cet oxide, qui ne se réduit pas par l'action du feu, repasse facilement à l'état métallique, et cède promptement son oxigène à beaucoup d'autres corps combustibles.

F. *Union avec les corps combustibles.*

18. On ne connaît point d'union entre l'azote, l'hidrogène, le carbone et le bismuth. Les deux derniers de ces combustibles ont, à chaud, une action sur ses oxides, et les réduisent aisément, en s'emparant de leur oxigène.

19. Il y a peu d'attraction entre le bismuth et le phosphore. Pelletier a essayé en vain de combiner ces deux corps, soit par leur fusion immédiate, soit en traitant le bismuth avec de l'acide phosphorique vitreux et du charbon, soit en substituant l'oxide au métal dans ce dernier mélange : tous les essais lui ont toujours offert un prompt dégagement du phosphore, et le bismuth rassemblé en culot sans altération et presque sans union avec le phosphore, puisqu'il n'a pu juger de la présence de celui-ci que par une légère flamme verdâtre qu'il exhalait en le chauffant fortement au chalumeau.

Son grain, sa couleur, et ses autres propriétés n'étaient pas changés. Il a estimé que le bismuth ne retenait pas plus de 0,04, et ses expériences même prouvent qu'il en a forcé la proportion. Il n'y a donc point de phosphure de bismuth.

20. Il n'en est pas de même du soufre ; il s'unit facilement avec le bismuth. Lorsqu'on chauffe parties égales de ces deux corps dans un creuset, on reconnaît que la fusion du métal est ralentie, qu'il faut employer pour le fondre beaucoup plus de chaleur que s'il était seul. On obtient, à un assez bon coup de feu, un sulfure noir ou gris noir brillant, susceptible de donner, par un refroidissement bien ménagé, de belles aiguilles cristallines, souvent nuancées des plus éclatantes couleurs bleues et rouges foncées, qui sont des prismes à quatre pans très-alongés. Cette cristallisation réussit en laissant refroidir et figer la surface du bismuth fondu, en perçant la croûte solide qui se forme à sa surface; et en faisant écouler la portion encore liquide, il reste une sorte de géode factice ou de cavité, tapissée des plus belles aiguilles, et qui, sciée sur sa longueur, présente une masse cristalline propre à placer dans les collections précieuses à côté des plus belles productions de l'art. Ce sulfure d'antimoine, beaucoup plus difficile à fondre que le bismuth, qui ne perd son soufre que par un long grillage, et dont on ne sépare même complétement le soufre que par l'action de l'acide nitrique, imite beaucoup le sulfure d'antimoine, dont on le distingue cependant par un examen attentif, parce qu'il ne tache pas les doigts comme lui, parce qu'il est un peu moins fusible, et parce que la vapeur qu'il donne au chalumeau prend une teinte roussâtre, au lieu que celle du sulfure d'antimoine reste blanche, comme on l'a déja dit dans le détail des mines de bismuth.

21. Le gaz hidrogène sulfuré colore la surface du bismuth et noircit fortement les oxides de bismuth, qu'il rapproche de l'état métallique en les portant à l'état de sulfure.

22. On allie facilement le bismuth à beaucoup de métaux;

mais il ne s'unit que difficilement au plus grand nombre de ceux qui ont déja été examinés. On ne connaît pas, à la vérité, sa combinaison avec le tungstène, le molybdène, le chrome, le titane et l'urane. On a mal décrit encore celle qu'il est susceptible de former avec l'arsenic. Wallerius a remarqué qu'on ne pouvait pas les unir par la fusion; on sait que dans la fonte il se sépare du cobalt, au-dessus duquel il se rassemble; qu'il s'unit cependant à ce métal à l'aide du nickel : son alliage avec ce dernier donne, suivant Cronstedt, un métal cassant, écailleux, micacé. Il ne paraît pas susceptible de s'allier au manganèse.

G. *Action de l'eau et des oxides.*

23. Le bismuth n'a aucune action sur l'eau; son attraction pour l'oxigène est trop faible pour pouvoir l'enlever à l'hidrogène. On voit au contraire ce dernier principe enlever l'oxigène aux oxides de bismuth, les colorer et les faire repasser à l'état de bismuth. Il est vrai que l'hidrogène agit beaucoup plus fortement sur ces oxides, quand il tient du soufre, parce que celui-ci se porte sur le métal en même temps que l'hidrogène attire l'oxigène de l'oxide de bismuth. C'est à cette attraction double qu'est due la coloration en brun ou en noir, si prompte et si sensible, de l'oxide de bismuth blanc, par la vapeur des hidrosulfures ou des sulfures hidrogenés.

24. On s'attend bien qu'un métal si peu attirant l'oxigène, ou plutôt si peu adhérent à ce principe, ne l'enlèvera qu'à très-peu de substances métalliques; aussi le bismuth n'agit-il pas sensiblement sur les oxides métalliques, si l'on en excepte ceux des métaux les moins combustibles avec lesquels il partage facilement l'oxigène qu'ils contiennent; comme il paraît céder une partie du sien à d'autres oxides. On reconnaît ce fait dans les manufactures de porcelaine et dans la préparation des émaux, où l'on voit modifier souvent les couleurs par le

mélange de ces divers oxides; modifications qui ne sont dues qu'à des partages d'oxigène entre les différens oxides qu'on mêle dans les vitrifications.

H. *Action des acides.*

25. Toutes les dissolutions de bismuth dans les acides, et même les sels cristallisés qu'on en obtient, se ressemblent, et diffèrent de toutes ou de presque toutes les autres dissolutions métalliques, ainsi que de tous leurs sels, en ce que l'eau en suffisante quantité les décompose, et en précipite un oxide de bismuth d'un blanc plus ou moins beau et éclatant. Ce phénomène annonce que le bismuth est fortement oxidé par l'action des acides, qu'il adhère peu à ces dissolvans, et qu'il forme avec eux des combinaisons très-peu permanentes; mais il est très-remarquable en même temps que ce métal y soit plus oxidé que par le procédé d'oxidation ordinaire à l'aide du feu et de l'eau, et qu'il ait une couleur blanche, tandis que celui-ci, fait à la manière commune, n'a qu'une couleur grise sale ou jaunâtre. On retrouve ce phénomène dans plusieurs autres et même dans presque toutes les substances métalliques.

26. L'acide sulfurique concentré n'a aucune action à froid sur le bismuth; mais ce métal décompose l'acide à la chaleur de l'ébullition; et par le moyen de la distillation, il se dégage du gaz acide sulfureux; le bismuth est oxidé et changé en poudre blanche. Si on le chauffe fortement, il se volatilise du soufre. Quand on lave cette masse avec de l'eau, le liquide emporte l'acide restant, et une petite quantité d'oxide de bismuth. La lessive donne de petits cristaux aiguillés et moux, par une évaporation ménagée: ce sulfate de bismuth se décompose par l'eau, qui en sépare un oxide blanc. La première partie de cet oxide, séparée de la masse par la première lessive, ne retient point sensiblement d'acide sulfurique, et se

réduit beaucoup plus difficilement que l'oxide fait par le feu et l'air.

27. L'acide sulfureux n'attaque point le bismuth ; il s'unit à son oxide et forme avec lui un sulfite blanc indissoluble dans l'eau, et même dans son acide, d'une saveur sulfureuse, fusible au chalumeau en une masse jaune rougeâtre, qui se réduit en globules métalliques sur le charbon, décomposables avec effervescence par l'acide sulfurique, donnant à la distillation de l'acide sulfureux, et laissant aussi un oxide blanc et pur.

28. L'acide nitrique présente une action très-vive sur le bismuth. Quand cet acide est un peu concentré, et le bismuth en poudre, la réaction entre les corps est si violente, l'effervescence, le boursouflement et le dégagement de gaz nitreux, ainsi que la formation de la vapeur nitreuse rutilante et épaisse que ce gaz forme dans l'air, sont si rapides et si actifs, que l'ensemble de ces phénomènes offre une image frappante d'une combustion à laquelle il ne manque que la flamme pour la rendre complète : aussi est-ce une véritable et très-forte combustion ; il y a une grande chaleur produite. Le bismuth est brûlé par la décomposition de l'acide en oxide blanc, qui, après l'action passée, lorsqu'on n'a mis que la quantité d'acide nécessaire à son oxidation, reste sec ; quelquefois dans cette opération, le métal s'enflamme et lance des étincelles. Quand on prend l'acide plus faible, il n'y a pas une action aussi violente ; l'oxide, à mesure qu'il se forme, se dissout dans l'acide. On remarque qu'il se détache du métal une poudre noire indissoluble, que Pott a regardée comme un oxide de bismuth, et que d'autres chimistes ont prise pour du soufre : on ne sait pas encore si ce n'est pas du charbon. La dissolution nitrique préparée ainsi, est sans couleur, et dépose des cristaux souvent sans évaporation. Ce sel a été indiqué en prismes tétraèdres, comprimés à sommets trièdres obtus : je l'ai obtenu en parallélipipèdes rhomboïdaux aplatis, semblables au cristal d'Islande, mais avec des angles beaucoup plus

ouverts. Le nitrate de bismuth détone faiblement, et avec de petites scintillations rougeâtres sur un charbon ardent; il se fond, bouillonne, se boursoufle, exhale de la vapeur nitreuse, et laisse un oxide d'un jaune verdâtre, difficile à réduire. Il se dessèche à l'air sec, et s'humecte un peu dans l'air humide, en se couvrant d'une pellicule blanche et opaque. Dès qu'on le met en contact avec de l'eau, il la trouble, se décompose, précipite un oxide blanc, et ne donne que l'acide nitrique avec une très-petite quantité d'oxide. On fait cette décomposition avec la dissolution nitrique, que l'on verse peu à peu dans une grande quantité d'eau pour obtenir l'oxide que l'on nommait autrefois *magister de bismuth*, et que l'on nomme encore dans les boutiques *blanc de fard*, *blanc de perles*, parce que les femmes l'emploient pour se blanchir la peau. Pour avoir ce précipité très-blanc et très-divisé, afin qu'il soit d'une grande douceur, il est nécessaire de le préparer avec une grande quantité d'eau, de l'agiter long-temps, de le laver beaucoup, et de le faire sécher avec beaucoup de précaution, et dans des lieux où il n'y ait aucune vapeur combustible. Souvent il prend la forme lamelleuse et brillante comme une nacre légère, ou comme des écailles blanches de poisson. On en a au moins cent treize parties avec cent parties de bismuth employé; et comme l'eau qui dissout l'acide retient encore une certaine quantité d'oxide que l'addition des alcalis en sépare, il faut ajouter un peu plus de poids dans l'augmentation que subit ce métal par son oxidation au moyen de l'acide, puisque Bergman ne la porte qu'à cent treize pour cent, en n'indiquant que l'oxide séparé par l'eau. L'oxide de bismuth ainsi obtenu a l'inconvénient, employé blanc sur la peau, de se colorer très-facilement en gris foncé, en brun, ou même en noir par le contact du gaz hidrogène sulfuré ou carboné, même de celui qui se dégage des œufs durcis et chauds, des latrines, des égoûts, de plusieurs légumes cuits.

29. L'acide muriatique agit difficilement sur le bismuth; il

faut, pour favoriser son action, qu'il soit concentré et tenu long-temps en digestion ou même distillé sur ce métal réduit en poudre. Il s'exhale une odeur fétide pendant cette action; il est vraisemblable qu'elle est due à un gaz hidrogène particulier, quoiqu'on ne l'ait point encore reconnu par l'expérience, puisque le métal étant oxidé, comme on va le voir, et l'acide ne pouvant être décomposé, il n'y a que l'eau qui puisse lui fournir l'oxigène; et dans l'autre principe, l'hidrogène doit s'exhaler en même temps, en évaporant l'acide qui a été chauffé sur le bismuth, ou en lavant la masse qui reste après la distillation lente poussée à siccité; en évaporant cette solution, on a, quoique difficilement, de petites aiguilles de muriate de bismuth en petite quantité; car la plus grande partie de l'oxide de bismuth a été séparée par l'eau. Le muriate se sublime au feu en une matière épaisse, solide, fusible à un feu doux, qu'on nommait autrefois *beurre de bismuth;* il est déliquescent, décomposable par l'eau, qui en sépare un oxide blanc très-fin.

30. L'acide muriate oxigéné oxide avec beaucoup de promptitude et d'activité le bismuth, et forme, avec l'oxide qu'il produit, le même sel que le précédent. Si l'on jette du bismuth en poudre dans du gaz acide muriatique oxigéné, il s'enflamme et donne des étincelles blanches au moment même où il est en contact avec ce gaz. Le vaisseau où l'on fait cette expérience est ensuite tout couvert d'oxide de bismuth blanc. On ne connaît pas l'action de l'acide muriatique oxigéné sur l'oxide de bismuth; on ne sait pas si ces corps s'unissent, et s'il y a un muriate oxigéné de bismuth, et comment il différerait du muriate simple de ce métal. Cette recherche mériterait d'être faite.

31. On ignore également la nature et les propriétés des combinaisons des acides phosphorique, fluorique et boracique, ainsi que des acides métalliques avec l'oxide de bismuth: on n'a point apprécié non plus quelle est l'action de

ces acides sur le métal. On combine cependant son oxide avec la plupart de ces acides, en versant dans une dissolution de nitrate de bismuth les dissolutions des sels alcalins qu'ils forment. On a dans cette expérience des précipités blancs : on sait aussi qu'il existe un carbonate de bismuth, puisqu'en précipitant des dissolutions de bismuth dans les acides par des carbonates alcalins, on ne voit pas se dégager l'acide carbonique au moins tout entier, et puisque le précipité obtenu par ces sels pèse plus que ne devrait peser l'oxide de ce métal, s'il était pur.

32. Toutes les dissolutions de bismuth par les acides sont précipitées par les terres alcalines, les alcalis et les carbonates alcalins en blanc. Bergman dit que cent parties de bismuth dissoutes donnent par la soude cent vingt-cinq parties de précipité; par le carbonate de soude, cent trente; par le prussiate de potasse, cent quatre-vingt. Il faut ajouter à tous les faits déja indiqués, que ces dissolutions ne sont jamais saturées, mais toujours acides, quoiqu'il semble que l'oxide de bismuth soit lui-même dans un état approchant de l'acidité, sur-tout à raison de son peu d'adhérence pour ses dissolvans.

I. *Action sur les bases salifiables et sur les sels.*

33. L'oxide de bismuth s'unit par la fusion vitreuse avec la silice, qu'il colore en jaune verdâtre. Les terres alcalines n'ont aucune action sensible sur le métal. Pott assure que les alcalis fixes réduisent le bismuth en scories; mais il y a lieu de croire que cette scorification dépendait de l'air et des vaisseaux. L'ammoniaque n'agit pas sur le bismuth; on assure cependant qu'elle prend avec lui une couleur jaunâtre. Margraff dit que son oxide se dissout bien dans cet alcali volatil. L'union de l'oxide de bismuth avec les alcalis mérite d'être examinée par les chimistes, car elle promet des combinaisons où cet oxide pourrait jouer le rôle d'un acide.

34. Le bismuth n'altère en aucune manière les sulfates ni les sulfites ; il est brûlé et oxidé par les nitrates. Chauffé fortement et jeté dans un creuset rouge avec le nitrate de potasse, il détone faiblement sans inflammation rapide ou brillante ; il est réduit en oxide, dont une partie s'unit avec la potasse. Pott assure que le bismuth est oxidé, dissous et sublimé par le muriate de soude.

Ce métal n'agit pas sur le muriate d'ammoniaque, mais son oxide le décompose très-bien ; à froid, il commence à en dégager un peu d'ammoniaque par la simple trituration ; à chaud, il le décompose totalement, et il laisse un muriate de bismuth qui se sublime tout entier à un grand feu. Ici, il fait fonction d'alcali ou de base salifiable.

Le muriate suroxigéné de potasse brûle avec flamme, et oxide complétement et très-promptement le bismuth à l'aide de la chaleur ou du contact d'un corps enflammé. Un mélange d'une partie de ce métal en poudre fine et de trois parties de ce sel fulmine avec étincelle lorsqu'on le frappe sur une enclume avec un marteau.

Les phosphates et les phosphites, les fluates, les borates et les carbonates n'agissent point sur le bismuth. Ces sels, qui sont souvent nommés flux vitreux à cause de leur propriété de se vitrifier avec beaucoup de substances, se fondent en effet en verre avec l'oxide de bismuth qui les colore en jaune plus ou moins verdâtre suivant son état d'oxidation.

K. *Usages.*

35. Le bismuth qu'on a fort mal à propos comparé avec le plomb, puisqu'il diffère de ce métal par le plus grand nombre de ses propriétés, et puisque quelques points d'analogie forcée que Geoffroy le cadet y a trouvées, sont beaucoup plus rares que les caractères divers qu'il présente, est d'un usage assez fréquent sous sa forme métallique. On l'allie avec

plusieurs métaux moux pour leur donner de la dureté, de la roideur ou de la consistance ; il est sur-tout utile aux potiers d'étain et à tous ceux qui emploient des alliages blancs et durs. On croit communément qu'il agirait sur l'économie animale comme le plomb, quoiqu'aucune expérience décisive n'ait encore prononcé sur cette assertion. Dans cet état d'incertitude, et sur-tout dans cette défiance jetée par tous les hommes instruits qui ont parlé du bismuth, on ne doit se permettre qu'avec beaucoup de prudence et de réserve l'administration intérieure de ce métal.

36. L'utilité de ses oxides est assez grande. Il est employé sous cette forme par les fabricans de porcelaine pour la préparation de quelques émaux jaunes : on le mêle avec d'autres oxides pour nuancer les couleurs des couvertes et des peintures. On s'en sert quelquefois dans la fabrication des verres colorés, pour les teindre en jaune tirant sur le vert. Le blanc de fard est la préparation la plus commune de ce métal en oxide. Outre les inconvéniens dont j'ai parlé, et qui ne sont pas assez grands pour empêcher les femmes d'en faire usage, puisqu'on peut éviter le contact des vapeurs hidrogénées, un intérêt plus cher devrait les en détourner. L'oxide de bismuth gâte la peau, soit en bouchant ses pores, soit en resserrant et en irritant son tissu, soit en l'épaississant, le durcissant et le noircissant ; on s'en sert pour noircir les cheveux. Les Allemands emploient l'oxide blanc de bismuth, à la dose d'un demi-grain, comme antispasmodique et calmant dans les crampes d'estomach, sur-tout chez les femmes. M. Reil a donné des observations bien faites sur cette propriété de l'oxide de bismuth.

ARTICLE XII.

De l'antimoine.

A. *Histoire.*

1. Quoiqu'il y ait des raisons de croire que l'antimoine n'a pas été entièrement inconnu aux anciens, qui lui donnaient un autre nom et qui l'employaient dans quelques alliages, il est certain que sa distinction comme métal particulier, et l'examen un peu approfondi de ses propriétés, doivent être seulement rapportées à Basile Valentin, vers la fin du quinzième siècle. C'est dans un premier ouvrage *ex professo*, intitulé *Currus triomphalis antimonii*, que sont consignées beaucoup de découvertes sur cette substance métallique, et spécialement sur son sulfure; car il faut remarquer que le nom d'antimoine a long-temps été donné à la combinaison sulfureuse de ce métal, qu'on a connue bien avant de savoir en extraire le métal lui-même. Kerkringius, dans le dix-septième siècle, a commenté le Traité de Basile Valentin; et ses notes nombreuses contiennent sinon des détails, au moins les premières bases de presque toutes les découvertes que l'on a faites depuis sur cette substance.

2. Aucun corps n'a été plus étudié que celui-ci, aucun n'a été l'objet d'un plus grand nombre de travaux, et il n'en est pas sur lequel on ait tant écrit. On pourrait former, en quelque sorte, une bibliothèque des seuls traités dont il a été le sujet. Les alchimistes, qui l'ont regardé, dans tous les temps, comme la matière la plus appropriée au but de leurs recherches, ont fait des travaux immenses sur ce minéral, et l'ont, pour ainsi dire, tourmenté de toutes les manières; d'un autre côté, il offrait de grands motifs d'espérance aux adeptes, et beaucoup d'entre eux y ont cherché la médecine

universelle. Il serait difficile de compter le nombre immense de préparations médicinales qu'on a faites avec la mine et le métal qui font le sujet de cet article. Tous les hommes qui se sont occupés de la chimie et de l'art de guérir, ont, pendant long-temps, eu des opinions exagérées à ce sujet. Les uns ne voulaient trouver de bons et de grands remèdes que dans les antimoniaux ; les autres n'y voyaient qu'un poison et pensaient qu'il fallait le bannir de la médecine. Il était difficile de rester indifférent sur un corps aussi important, et c'est à cela que sont dus la grande masse d'expériences et le grand nombre de dissertations faites sur l'antimoine.

3. Lémery est le premier chimiste qui, profitant de tous les travaux de ses prédécessurs et y ajoutant beaucoup des siens, ait commencé à écrire d'une manière correcte et raisonnable sur l'antimoine. Son Traité, publié à la fin du dix-septième siècle, contient une foule d'expériences curieuses et de procédés exacts sur l'antimoine et son sulfure. Mender en a fait aussi, dans une Monographie, une histoire très-complète. Manget a recueilli, dans sa Bibliothèque chimique, beaucoup d'ouvrages sur le sulfure de ce métal. Il existe plusieurs autres traités particuliers et monographiques sur ce corps, et il n'y a presque point eu de chimistes habiles qui n'aient fait quelques travaux particuliers, quelques découvertes, ou au moins quelques essais sur cette matière. Geoffroy a inséré dans les volumes de l'académie plusieurs mémoires qui y sont relatifs. Bergman a publié, en 1782, une Dissertation très-bien faite sur les combinaisons sulfureuses si variées de l'antimoine. Schéele, Macquer et Rouelle ont également donné différens procédés pour préparer des médicamens antimoniaux précieux. Un grand nombre de médecins a trouvé et vanté des recettes particulières dont ce métal et son sulfure faisaient la base : on peut en prendre une idée dans le Tableau de ces médicamens, publié à Londres, en 1773, par Guill. Saunders.

4. Il faut ajouter à ces immenses sources les innombrables

préparations antimoniées, décrites et célébrées, même depuis plus de quatre-vingts ans, dans les pharmacopées, les formulaires, les dispensaires, qui tous offrent quelques faits particuliers relatifs à son histoire chimique, et qui ont tous eu quelque influence sur la connaissance des propriétés de ce métal. S'il est impossible, fastidieux et inutile d'ailleurs de donner un état exact de toutes les découvertes contenues dans ces ouvrages presque innombrables, on peut être sûr au moins de ne rien oublier d'essentiel en disposant méthodiquement l'exposé des caractères chimiques de l'antimoine ; et d'ailleurs on verra que les milliers d'expériences et de recherches entreprises à son sujet se rapportent à un certain nombre de faits généraux ou de chefs, dont aucun ne sera négligé ni oublié dans cet article. La doctrine pneumatique, en expliquant avec une grande clarté et une extrême précision toutes les découvertes et toutes les préparations qui appartiennent à ce métal, a beaucoup contribué à simplifier son histoire ; et la nomenclature méthodique, en faisant connaître avec exactitude tous les composés divers auxquels il donne naissance, a dissipé l'obscurité que des noms barbares, mystérieux et ridicules avaient répandue sur cette partie de la chimie.

B. *Propriétés physiques.*

5. L'antimoine extrait de sa mine et bien pur, ou retiré de la terre, qui le présente souvent natif, comme on le verra bientôt, a des propriétés bien distinctes et bien caractérisées. Il est d'une couleur blanche, pure, brillante et assez semblable à celle de l'argent ou de l'étain ; son tissu lamelleux est manifestement composé de plaques qui semblent se couper dans tous les sens, et qui ont beaucoup embarrasé le citoyen Haüy dans sa dissection pour la détermination de sa forme. Il offre souvent, à la surface des pains orbiculaires, arrondis et convexes d'un côté, plats de l'autre qu'on voit dans les

boutiques, des traces de cristallisation très-sensibles qu'on a décrites comme des herborisations, des feuilles de fougère, des barbes de plumes, ou des rayons étoilés. Les alchimistes faisaient un plus grand cas de celui sur lequel ils voyaient ainsi briller cette étoile qu'ils croyaient être de bon augure pour leurs travaux. Sa pesanteur spécifique est de 6,702. Le citoyen Guyton lui donne le septième rang pour la dureté, et le place à côté du plomb; mais il est sensiblement plus dur que ce dernier et le raie facilement : il n'a point de ductilité et se brise facilement par le choc. On peut même le réduire en poudre fine qui est d'un gris blanc.

6. On n'a point déterminé, par rapport aux autres métaux, sa propriété conductrice du calorique, ni sa dilatabilité par cet agent, parce que, comme il n'est pas ductile, on n'a pas eu besoin de connaître cette propriété pour les arts. Il ne se fond que quand il est bien rouge, et il est rangé par les chimistes parmi les métaux de moyenne fusibilité. Le citoyen Guyton estime qu'une température de 345, à la graduation de Réaumur, suffit pour le fondre. Quand on continue à le chauffer après sa fusion dans des vaisseaux bien fermés, au moment où il est d'un rouge blanc, il s'élève en vapeur, se sublime et se condense dans le haut des creusets en lames brillantes et manifestement cristallisées. Si on le laisse refroidir lentement après l'avoir fait fondre, et si, en prenant la croûte solide qui se forme à sa surface, on fait écouler la portion encore liquide, on trouve la cavité intérieure laissée par cette décantation, tapissée de cristaux pyramidaux, de petits octaèdres, et de plusieurs autres formes secondaires manifestement formées par des octaèdres; lorsqu'il se fige tout entier sans qu'on en sépare une portion encore fluide, il présente dans ses fractures des lames larges qui se croisent dans plusieurs sens, et qui rendent, comme je l'ai déja dit, sa forme très-difficile à déterminer : c'est la structure la plus compliquée que le citoyen Haüy ait encore eu l'occasion

d'observer. Il a rencontré dans des masses d'antimoine épurées par plusieurs fusions répétées, en attaquant des joints très-sensibles, vingt directions différentes ; il a cependant reconnu que ce métal était divisible parallèlement aux faces d'un octaèdre régulier, et en même temps à celles d'un dodécaèdre rhomboïdal ; et il a trouvé, en choisissant l'hypothèse la plus probable de cette espèce de problême indéterminé, que l'octaèdre, composé d'un nombre infini de petits tétraèdes réguliers remis par leurs bords, dont chacun serait l'assemblage de six tétraèdres plus petits réunis par leurs faces, en donnant la forme primitive, expliquait le nombre presqu'infini de joints parallèles ; les uns aux faces des tétraèdres réguliers, les autres aux faces des tétraèdres composant ceux-ci, qu'on trouve dans la dissection de ce métal : de sorte qu'on arrive par cette dissection même au double résultat annoncé.

7. L'antimoine a une odeur et une saveur très-sensibles ; on s'en apperçoit lorsqu'on en a tenu et frotté pendant quelque temps des morceaux dans ses mains. C'est à ces propriétés que les médecins attribuent les effets très-marqués, comme purgatif et comme émétique, que ce métal produit dans l'économie animale. Quelques-uns cependant ont cru qu'il ne produisait ces effets que comme oxide, et lorsqu'il rencontrait des acides dans les premières voies.

C. *Histoire naturelle.*

8. L'antimoine n'a encore été trouvé dans la nature que sous quatre états différens : le premier est celui de métal natif ; le second, de sulfure d'antimoine ; le troisième, d'oxide d'antimoine hidrosulfuré, et le quatrième, de muriate d'antimoine.

9. *L'antimoine natif* a été trouvé pour la première fois, en 1748, à Sahlberg, en Suède, par Antoine Shwab ; Schreiber l'a découvert ensuite abondamment dans les mines d'Alle-

mont, dans le ci-devant Dauphiné, aujourd'hui département de l'Isère. Cet antimoine natif est très-reconnaissable par sa couleur, son brillant, ses grandes lames; quelquefois il est mêlé d'arsenic; mais il ne faut pas en faire une mine particulière comme l'ont fait quelques minéralogistes qui l'avaient désigné sous le nom de mine d'antimoine blanche ou arsenicale.

10. *Le sulfure d'antimoine* est d'une couleur grise métallique; il tache les doigts comme le crayon noir, mais son enduit est beaucoup plus brillant, et ne devient jamais terne par le frottement. Quand cette mine, très-abondante en France, en Hongrie, est bien cristallisée, elle présente des prismes carrés, légèrement rhomboïdaux, terminés par une pyramide à quatre faces, semblable à celle de l'octaèdre régulier. Ce cristal se divise très-nettement parallèlement aux deux arêtes les plus saillantes ou les plus aiguës du prisme; dans la pyramide, ses divisions se font parallèlement aux arêtes qui répondent aux bases du prisme; enfin on en voit, à la lumière d'une bougie, qui sont parallèles soit aux pans du prisme, soit à ses bases. Le citoyen Haüy n'a point encore trouvé de cristaux assez finis pour saisir la différence de quelques degrés nécessaires à la détermination de la forme primitive de ce sulfure. Il annonce seulement que la structure décrite semble indiquer une différence entre la forme trouvée jusqu'ici et celle du prisme rectangulaire, ou du cube, ou de l'octaèdre régulier, qui sont les formes les plus familières aux substances métalliques. Les minéralogistes ont beaucoup multiplié les variétés du sulfure d'antimoine, d'après l'arrangement, la séparation, la réunion, le volume, l'irrégularité même des prismes ou des aiguilles de cette mine: tels sont le sulfure d'antimoine *spéculaire*, le *strié*, l'*aiguillé*, l'*étoilé*, le *lamelleux*, le *chatoyant*, le *coloré*, le *massif*. Ils lui ont encore donné quelques noms d'autres mines, lorsqu'il se trouve contenir quelques métaux: et, en effet, on y trouve

quelquefois de l'argent et du fer, comme dans celui d'Himmelfurst, près Freyberg : d'autres morceaux sont plus ou moins chargés d'arsenic.

. Il faut distinguer parmi ces variétés celle qui offre des faisceaux d'aiguilles très-déliées, formant le passage à une efflorescence capillaire, composée de fibres grises soyeuses et élastiques : c'est la mine d'antimoine en plumes grises, que le baron de Born rapporte, avec raison, au sulfure d'antimoine.

12. *L'oxide d'antimoine hidrosulfuré*, nommé *mine d'antimoine en plumes rouges*, ou *kermès* et *soufre doré* natifs, se trouve en filamens déliés luisans, d'un rouge foncé et sombre, disposés en rayons, partant d'un centre commun, ou en espèce de croûtes rouges, ternes, adhérentes à la surface et dans les cavités du sulfure d'antimoine; il varie par sa nuance quelquefois claire, mais le plus souvent rembrunie, et par sa forme cristalline ou massive, ou par son état grumeleux. On sait aujourd'hui que c'est une combinaison naturelle d'oxide d'antimoine, de soufre, et d'hidrogène sulfuré : il donne ce dernier corps en gaz avec effervescence et odeur fétide, quand on le traite par les acides; on le connaîtra mieux plus bas, lorsque j'exposerai sa préparation artificielle et ses propriétés.

13. *Le muriate d'antimoine.* Celui-ci a été pris quelque temps pour un oxide d'antimoine blanc; on le trouve à la surface des autres mines d'antimoine ou sur diverses gangues, sous deux formes différentes; ou en lames rectangulaires, d'un blanc brillant et nacré, divisibles dans un sens parallèle à leurs grandes lames, et ressemblant à la pierre nommée *stilbite*; ou en petites aiguilles divergentes, analogues, par leur aspect, à la *zéolite* radiée, ou à certaines *trémolites*. On la reconnaît sur-le-champ à sa propriété de se fondre lorsqu'on l'expose à la flamme d'une bougie, et de répandre une vapeur qui se condense et s'attache en poudre blanche à la cuiller qui le soutient. Cette mine est très-peu abondante, et ne se rencontre que rarement.

D. *Essais et métallurgie.*

14. Quoiqu'on n'ait pas communément intérêt de connaître dans les arts la quantité de métal contenu dans le sulfure d'antimoine, souvent cette connaissance est nécessaire en chimie et dans plusieurs ateliers des arts. On parvient à séparer le soufre et à obtenir le métal pur par deux procédés : l'un consiste à griller lentement la mine jusqu'à en dégager la plus grande quantité de soufre et à brûler à un feu léger le métal jusqu'à ce qu'il soit réduit en oxide gris, encore sulfuré, qui sera décrit plus bas ; à mêler ensuite cet oxide avec son poids de flux noir et un peu de savon noir ou d'huile, et à le chauffer assez fortement dans un creuset jusqu'à ce que le métal soit bien fondu et rassemblé au fond de ce vaisseau. Le flux noir sert à réduire l'oxide par son charbon et à enlever le reste du soufre par son alcali. Dans le second procédé, plus expéditif et souvent plus sûr, on se sert du nitre, dont on proportionne la quantité à celle du soufre, afin de ne brûler que le soufre et de laisser le métal seul. Pour cela on prend huit parties de sulfure d'antimoine en poudre, six parties de tartre et trois parties de nitre. Ces trois matières, exactement mêlées et pulvérisées, sont projetées par cuillerées dans un grand creuset rouge environné de charbon allumé dans un fourneau qui donne un bon coup de feu. Il y a une vive détonation à chaque projection ; le tartre forme, par sa demi-combustion à l'aide du nitre, du flux noir ; et le soufre du sulfure d'antimoine étant brûlé, le métal se fond sans pouvoir s'oxider à cause du charbon du tartre dont il est enveloppé et de l'alcali liquide dont il est recouvert ; la partie du soufre qui échappe à la combustion se combine avec l'alcali et forme des scories qui surnagent sur le métal. On coule le tout dans un cône de fer graissé et bien chaud, on agite, en frappant sur les côtés du cône, pour rassembler l'antimoine au fond de ce vase ;

et quand il est bien refroidi, on le retire en culot ordinairement marqué à sa surface d'aiguilles disposées en étoile. Cette étoile provient de ce que le refroidissement commençant par les bords, la matière fluide est rejetée du centre à la circonférence. Au reste, cette cristallisation ne peut avoir lieu que dans les petits culots d'antimoine : dans les plus grandes masses, tels que les pains qu'on débite dans le commerce, la matière fluide, coulée dans des moules plats, éprouve une ondulation dans plusieurs parties à la fois et prend plusieurs centres de cristallisation : de sorte qu'au lieu d'une étoile, on trouve des impressions en feuilles de fougère. Réaumur a d'ailleurs fait voir qu'un refroidissement subit empêchait la cristallisation étoilée, et qu'on n'obtenait que la moitié de cette étoile en refroidissant brusquement un des côtés du cône. Quoique le sulfure d'antimoine contienne à peu près les trois quarts de son poids de métal, on ne l'obtient pas tout entier, parce qu'une partie reste en oxide combiné avec le soufre et l'alcali dans les scories. Aussi celles-ci sont-elles très-composées, puisqu'on y trouve, par une analyse exacte, du nitre conservé, du charbon, du sulfate de potasse, du sulfure de potasse hidrogéné, de l'oxide d'antimoine sulfuré et hidrogéné.

15. Bergman, dans sa Dissertation sur la docimasie humide, donne divers procédés pour essayer les différentes espèces de mines d'antimoine. Ce métal natif doit être, suivant lui, traité par l'acide nitrique ou plutôt nitreux concentré, et réduit en oxide dont le poids sert à déterminer sa quantité et sa pureté. Le sulfure essayé par l'acide nitro-muriatique donne le soufre séparé sur le filtre. Le métal oxidé et dissous dans l'acide mixte étant traité de nouveau par l'acide nitreux concentré qu'on fait bouillir, se dépose en oxide. Les mines d'antimoine qui contiennent de l'arsenic, offrent ce dernier séparé et font connaître sa proportion, en les faisant bouillir légèrement dans l'acide nitro-muriatique pour en séparer le soufre ; en traitant la dissolution qui tient l'antimoine et l'ar-

senic, par l'acide nitreux concentré qu'on fait bouillir : alors l'oxide d'antimoine se précipite seul et est recueilli sur un filtre ; en faisant évaporer la liqueur on obtient l'arsenic en état d'acide arsenique ; enfin le même chimiste recommande d'employer l'alcali fixe caustique, qui dissout, dit-il, le soufre et l'antimoine, et sépare l'argent ou les autres métaux qui n'y sont pas dissolubles. Ce dernier procédé convient dans le cas des mines d'antimoine mêlées d'autres substances métalliques.

16. Le travail en grand, ou la métallurgie des mines d'antimoine, n'a lieu que pour le sulfure de ce métal : ce n'est pas pour en obtenir le métal ; car cette extraction n'a lieu que dans des ateliers particuliers loin de ces mines, parce qu'en général on emploie plus abondamment et plus fréquemment le sulfure d'antimoine que son métal. Aussi le travail en grand ne consiste que dans la purification et une espèce d'affinage de cette mine, pour la séparer exactement de sa gangue et la fournir pure aux arts où elle est employée. A cet effet, on place un grand creuset ou pot de terre dans le sol, de manière que ses bords soient au niveau de ce dernier, un peu élevés au-dessus de lui : c'est une espèce de récipient ; sur le premier pot on en établit un second, percé à son fond, qui entre dans le haut du premier et le bouche assez exactement : ce creuset supérieur est, comme on voit, entièrement hors de terre ; on place dans ce dernier la mine à purifier, concassée en morceaux ; on le recouvre d'un couvercle ; on l'entoure de charbon et on allume le feu en commençant par le faire très-doux, et en l'augmentant peu à peu : le sulfure d'antimoine se fond, coule à travers les trous dont le creuset supérieur est percé, se rassemble dans le creuset enfoui, et s'y fige par le refroidissement. Il passe aussi quelques autres matières fusibles qui forment des scories au-dessus de la mine fondue. Ce sulfure est retiré ensuite en pains qui ont pris la figure du pot, et dont la masse, toute cristalline, est aiguillée dans l'intérieur. C'est dans cet état qu'on le débite dans le commerce.

Comme ce minéral, ainsi purifié, sert à faire un grand nombre de préparations chimiques et pharmaceutiques; comme il a été même employé à ces préparations beaucoup plus fréquemment que le métal, dans chacun des articles suivans, je traiterai par chacun des agens dont l'action y sera examinée, soit de l'antimoine, soit du sulfure d'antimoine, afin d'offrir une histoire plus complète et plus méthodique des propriétés de ce métal et de sa mine.

E. *Oxidabilité par l'air.*

17. L'antimoine est un des métaux les plus combustibles et qui s'unit le plus promptement comme le plus fortement à l'oxigène atmosphérique. A froid, il n'éprouve point d'altération sensible à l'air; mais lorsqu'on le tient fondu à son contact, il s'élève une fumée blanche qui se précipite bientôt à la surface du métal, ou s'attache au haut du creuset en s'y cristallisant sous la forme de longs prismes très-minces ou d'aiguilles blanches brillantes. On nommait autrefois cet oxide sublimé et cristallisé, *fleurs argentines*, ou *neige de régule d'antimoine*. Quand on veut en préparer une certaine quantité, on place obliquement un creuset rempli d'antimoine dans un bon fourneau, de manière que la bouche du creuset soit de niveau avec l'ouverture intérieure du foyer; on adapte un second creuset sur le premier, soutenu obliquement et un peu plus haut que celui-ci, de manière à servir de récipient dans cette espèce d'appareil sublimatoire. Ces deux vases qu'on lute avec un peu de terre à four ne sont point assez bien fermés pour que l'air ne pénètre pas dans leur intérieur. Le métal s'oxide, brûle avec assez de violence et en se volatilisant, de manière que son oxide reçu dans le creuset extérieur s'y condense, s'y cristallise et s'y attache en longues et belles aiguilles cristallines, d'un blanc brillant, d'une demi-transparence, comme vitreuse. Une partie de cet oxide est pulvé-

rulente ; on le détache en secouant légèrement le creuset qui le contient sur des papiers. On trouve que l'antimoine a augmenté par là de plus de 20 pour 100.

18. Si au lieu de traiter l'antimoine comme on vient de le dire, on le chauffe très-fortement et jusqu'à le faire rougir à blanc dans un creuset, et qu'ensuite on l'agite ou on le secoue avec le contact de l'air, il s'enflamme avec une espèce d'explosion, et il présente en brûlant une lumière blanche, en exhalant dans l'air l'oxide blanc qu'il a coutume de donner. On reconnaît aussi cette propriété en traitant en petit l'antimoine au chalumeau. Si, lorsqu'il est bien fondu sur un charbon et au moment où sa surface n'est recouverte par aucune molécule d'oxide, on le jette rapidement à terre, les globules dans lesquels ils se partage par sa chûte brûlent avec une flamme très-vive, et lancent de tous côtés des étincelles brillantes qui durent quelque temps : en examinant ensuite ces globules qui se sont enflammés en absorbant rapidement et en solidifiant fortement l'oxigène atmosphérique, on les trouve recouverts d'une poussière blanche ou ayant déposé un léger cercle de cet oxide sur le lieu où ils reposent et où ils se sont refroidis. Cette jolie expérience est due au citoyen Gillet, membre du conseil des mines.

19. L'oxide blanc obtenu par cette combustion lente ou rapide de l'antimoine, cristallisé ou pulvérulent, se rapproche d'une matière acide. Il est sapide, un peu dissoluble dans l'eau ; il s'unit aux alcalis ; il est facile à réduire par le charbon ; il est fixe au feu ; il se fond à une haute température en un verre de couleur hyacinthe claire. On s'en sert pour colorer les verres et les émaux en jaune orangé ou safran.

Le citoyen Thenars, dans ses recherches intéressantes sur les oxides d'antimoine, a reconnu que celui-ci retient 0.20 d'oxigène, qu'il se réduit facilement, même sans addition, et qu'en opérant dans un tube de porcelaine on peut en obtenir le métal par le feu ; que si on le chauffe doucement

et avec précaution dans un creuset, il passe, en se désoxidant successivement, d'abord à l'état d'oxide jaune très-fusible en verre, tenant 0.19 d'oxigène ; de là à l'oxide de couleur orangée, tenant 0.18 de ce principe ; puis à l'oxide brun maron, chargé de 0.16 d'oxigène ; enfin qu'il arrive à l'état d'oxide noir, tenant seulement 0.02 d'oxigène avant de redevenir métallique. Ces divers oxides sont très-importans à connaître à cause de leurs rapports avec plusieurs combinaisons antimoniées qui seront décrites plus bas.

20. Le sulfure d'antimoine, chauffé au chalumeau sur un charbon, se fond, coule, exhale une fumée blanche qui s'attache au charbon en une poudre de la même couleur, pénètre enfin son support, et disparaît en laissant un cercle blanc autour du lieu où il était reçu. Lorsqu'on expose ce sulfure en poudre fine à un feu doux, sur un plat de terre, de manière qu'il ait beaucoup de contact avec l'air, et si on l'agite souvent, il se change, après environ quinze ou dix-huit heures de feu, en une poudre grisâtre souvent mêlée de particules brillantes encore, et qui se prend facilement en grumeaux moux, quand on la chauffe un peu plus fortement. Cette poudre, nommée autrefois *chaux grise d'antimoine*, et aujourd'hui *oxide d'antimoine sulfuré gris*, est de l'antimoine oxidé qui a perdu la plus grande partie de son soufre. Le sulfure changé en cette espèce d'oxide est diminué de vingt-deux à vingt-trois parties sur cent. Bergman y admet, sur cent parties, environ cinq parties de soufre, en sorte que l'oxide d'antimoine sulfuré gris paraît être formé environ de 0.78 d'antimoine, 0.16 d'oxigène, et 0.06 de soufre. Cette oxidation et cette désulfuration du sulfure d'antimoine répand une odeur de soufre et élève dans l'air un peu d'antimoine oxidé ; lorsqu'on la fait en grande quantité, cette vapeur est nuisible, à moins que l'opération ne soit pratiquée sous une cheminée qui tire bien. Les anciens chimistes admettaient quelque chose d'arsenical dans le sulfure d'antimoine ; mais il produit cet effet par la propre nature de son oxide.

21. Quand on chauffe rapidement, et à l'aide d'un fort soufflet, l'oxide d'antimoine sulfuré gris, il se fond en quelques minutes en un beau verre transparent de couleur hyacinthe. C'est le verre d'antimoine des anciens chimistes, l'oxide sulfuré vitreux transparent de la nomenclature systématique. Il faut remarquer que si l'on a poussé l'oxidation et le grillage du sulfure jusqu'à faire disparaître tout point brillant, et jusqu'à le blanchir ou le rapprocher du blanc, on n'a qu'une scorie opaque; ce qui annonce que la présence de quelques centièmes de soufre est nécessaire à la préparation de ce verre. Aussi, pour lui donner sa transparence et sa beauté, suffit-il d'y ajouter quelque peu de soufre ou de sulfure d'antimoine, qui hâte même beaucoup la fusion. En traitant au contraire l'oxide d'antimoine sulfuré gris avec le double de son poids de flux noir, ou encore mieux un mélange d'une partie de flux blanc et d'une partie de tartre, dans un creuset, à un bon feu de quelques minutes, on obtient 0.78 ou 0.79 d'antimoine pur, et j'ai déja indiqué ce procédé dans la description des essais de cette mine.

22. Pour prouver par la synthèse la nature du verre d'antimoine, Bergman a combiné immédiatement de l'oxide d'antimoine avec du soufre, à la dose de huit parties du premier et d'une partie du second: en fondant ce mélange dans un creuset, à l'aide du soufflet, il a obtenu du véritable oxide d'antimoine sulfuré vitreux et transparent. Il a remarqué qu'en fondant pendant le même temps, environ sept minutes, deux parties d'oxide et une partie de soufre, le soufre s'est volatilisé, et qu'ainsi le soufre, fondu et sublimé à un grand feu, entraînait avec lui l'oxide d'antimoine; que quatre parties d'oxide avec une de soufre donnaient une masse noire et comme fibreuse, tandis que seize parties d'oxide et une de soufre fournissaient un verre verdâtre. Il ajoute, comme caractère du verre d'antimoine, que, traité par l'acide muriatique, il exhale du gaz hidrogène sulfuré. Il propose avec raison de

préparer, pour les usages pharmaceutiques, le verre d'antimoine, en unissant l'oxide d'antimoine avec le soufre dans la première proportion indiquée ici, afin d'avoir cette préparation constante. Il a pris pour ses expériences l'oxide d'antimoine fait par le nitre ; mais on doit remarquer que celui qui est le produit de l'oxidation à l'air se comporte, à très-peu de chose près, de même que le premier.

E. *Union avec les combustibles.*

23. On ne sait point s'il y a une combinaison entre l'antimoine, l'azote, l'hidrogène et le carbone, qui, parmi les corps combustibles, ne montrent jusqu'ici que très-peu d'action sur la plupart des substances métalliques. Le carbone agit avec beaucoup d'énergie sur l'oxide d'antimoine, lui enlève à la chaleur rouge son oxigène, et le réduit. Les corps hidrogénés composés, ou les matières hidrogènes carbonées, les huiles, les résines, les graisses, produisent le même effet sur cet oxide, à une très-haute température, et le font repasser à l'état métallique. Mais cette opération a toujours passé pour être difficile. On a dit qu'elle ne réussissait qu'en partie, qu'on n'obtenait que peu d'antimoine bien réduit. En effet, la masse, après avoir été fortement chauffée, reste souvent en scorie noire, spongieuse, boursouflée, et cette scorie est ordinairement pyrophorique ; elle s'enflamme et brûle avec promptitude, en s'élançant comme une gerbe d'artifice hors du creuset, lorsqu'on remue la matière contenue dans ce vaisseau avec une baguette de fer. Cependant les expériences du citoyen Thenars ont rendu ces phénomènes assez faciles à concevoir : il paraît que le charbon s'oppose à la fusion de l'antimoine, que son oxide blanc repasse à l'état d'oxide noir, et reste à cet état sous forme légère et scorifiée, dans laquelle il est ordinairement pyrophorique.

24. L'antimoine s'unit assez bien au phosphore. Pelletier,

qui s'est le premier occupé de la préparation et des propriétés des phosphures métalliques, a formé celui d'antimoine de trois manières, soit en chauffant une partie d'acide phosphorique vitreux avec une partie d'antimoine et un huitième de charbon, soit en faisant fondre parties égales de cet acide vitrifié et d'antimoine en poudre sans charbon, soit en jetant du phosphore sur le métal en fusion dans un creuset. Le second de ces procédés prouve que l'antimoine rouge a plus d'attraction pour l'oxigène que n'en a le phosphore, puisque le phosphore d'antimoine qui se forme dans ce cas ne peut avoir lieu sans que le verre acide ne soit décomposé et débrûlé par le métal. Par l'un ou l'autre de ces trois moyens, Pelletier a obtenu un phosphure brillant métallique, fragile, d'une cassure lamelleuse à petites facettes carrées, semblable et égale dans les trois procédés. Ce phosphure, mis sur un charbon bien allumé, se fond, donne une petite flamme verte, et exhale de l'oxide d'antimoine blanc. Pelletier observe que cette combinaison phosphorée ressemble à celle de l'arsenic avec le même métal, par la forme de ses petites facettes. Il paraît qu'elle est plus fusible que l'antimoine. Cette combinaison, comme toutes celles des métaux avec le phosphore, n'a été encore qu'ébauchée ou très-légèrement examinée, et elle mérite toute l'attention des chimistes.

25. L'antimoine se combine facilement avec le soufre, et forme, par cette union artificielle, un sulfure d'antimoine parfaitement semblable à celui de la nature. En fondant le mélange, on s'apperçoit qu'il est beaucoup plus fusible que le métal lui-même; que celui-ci n'absorbe qu'un peu plus du quart de son poids de soufre; qu'il prend la forme prismatique ou aiguillée et la couleur grise brillante, au lieu du tissu lamelleux et de la couleur blanche qu'il avait. On peut faire cristalliser ce sulfure d'antimoine artificiel comme le naturel, en le faisant refroidir lentement, et en séparant la portion encore liquide : il se comporte, au reste, dans toutes

les expériences, comme le sulfure d'antimoine natif, et pourrait être employé et préparé pour les mêmes usages, si la nature ne le donnait pas en grande abondance.

26. L'antimoine s'allie facilement à beaucoup de substances métalliques. En général ses alliages sont lamelleux et fragiles. On connaît seulement, parmi les métaux qui ont été examinés jusqu'ici, l'union de l'antimoine avec l'arsenic et le bismuth. On sait que ces alliages sont à petites facettes, très-aigres, très-durs et faciles à fondre. On n'a point examiné ceux qu'il forme avec le tungstène, le molybdène, le titane, l'urane, le nickel, le cobalt et le manganèse. Ces métaux sont, pour la plupart, trop peu examinés encore, pour qu'on ait pu déterminer avec précision leurs combinaisons entre eux, ou avec d'autres substances métalliques.

27. On n'a point non plus apprécié encore l'action que plusieurs corps combustibles, sur-tout l'hidrogène, le carbone et le phosphore, exercent sur le sulfure d'antimoine. Le soufre ne peut pas s'y unir, parce que le métal en est déja saturé dans cette combinaison. Cependant on verra plus bas qu'en y ajoutant du soufre dans quelques combinaisons, on modifie singulièrement les propriétés des composés qui en résultent. Plusieurs métaux, parmi ceux qui restent à examiner, ont la propriété d'enlever à chaud le soufre à l'antimoine, et de décomposer son sulfure, comme on le dira dans l'histoire de ces métaux. Les alchimistes se servaient beaucoup autrefois de cette propriété, et avaient une grande confiance dans ce qu'ils nommaient le *régule*, ou l'antimoine allié provenant de cette opération.

28. Il a été déja prouvé plus haut (no. 22), d'après les expériences de Bergman, que l'oxide d'antimoine, chauffé et fondu avec le soufre, formait des composés vitreux de couleur plus ou moins hyacinthe, qui imitent le verre d'antimoine. On ajoutera ici que, dans les combinaisons, il se produit de l'hidrogène sulfuré qui s'unit à l'oxide et au soufre,

de manière que ces composés sont des hidrosulfures ou des sulfures hidrosulfurés. Cela vient ou de ce que l'oxide que Bergman conseille de prendre retient un peu d'eau, car il le recommande bien lavé, et on verra pourquoi par la suite; ou de ce que la combinaison absorbe de l'eau atmosphérique et la décompose : ce dernier fait annonce que l'oxide d'antimoine agit ici à la manière des alcalis. Le chimiste suédois fait observer que le verre d'antimoine préparé ainsi par la fonte, donne du gaz hidrogène sulfuré quand on le traite par l'acide muriatique; tandis qu'un simple mélange non fondu, mais seulement trituré d'oxide d'antimoine et de soufre, ne fournit pas de gaz par l'action de cet acide. L'union entre les deux corps, opérée par la fonte, est donc nécessaire pour la décomposition de l'eau.

29. On a vu encore (n°. 22) que, suivant les proportions d'oxide d'antimoine et de soufre que l'on combine par la fonte, on a des composés différens. Je dois ajouter ici, d'après Bergman, expérience 36 de sa Dissertation sur les antimoniaux sulfurés, qu'en faisant chauffer dans un creuset un mélange de parties égales d'oxide d'antimoine retenant un peu d'eau d'après sa méthode de préparation, et de soufre, à un feu doux et ménagé seulement nécessaire pour faire fondre ou ramollir légèrement la masse mélangée, on obtient un composé brun analogue à la préparation connue sous le nom de *kermès minéral*, dont je parlerai plus bas. Ici, plus encore que dans la composition artificielle du *verre d'antimoine* dont il a été parlé n°s. 22 et 28, il se forme de l'hidrogène sulfuré qui entre dans la combinaison; car le kermès contient plus de ce corps que le verre d'antimoine. Par les développemens qui seront donnés, ce simple énoncé sera bientôt éclairci.

30. On opère une combinaison très-analogue à ces hidrosulfures d'antimoine par un procédé qui avait échappé à la sagacité de Bergman, et dont le citoyen Berthollet a depuis

peu tiré un grand parti, quoiqu'il n'eût encore été vu et indiqué que vaguement par la plupart des chimistes. Toutes les fois qu'on traite de l'oxide d'antimoine par un sulfure alcalin, ou par un hidrosulfure tel que de l'eau chargée d'hidrogène sulfuré, cet oxide s'unit à ce dernier, et en même temps à une plus ou moins grande quantité de soufre, de manière à former des composés plus ou moins orangés ou bruns, dont l'oxide antimonié et l'hidrogène sulfuré sont les élémens communs, mais qui varient entre eux par un très-grand nombre de proportions, suivies de nuances très-diversifiées dans toutes leurs propriétés. Comme il sera question de ces composés, plus en détail, à l'article du traitement de l'antimoine et de son sulfure par les alcalis et le nitre, je ne fais qu'indiquer ici l'existence de ces composés, et leur formation par l'union immédiate de l'hidrogène sulfuré et des sulfures hidrogénés avec l'oxide d'antimoine.

G. *Action sur l'eau et sur les oxides.*

31. On n'a point encore convenablement examiné l'action réciproque de l'eau et de l'antimoine : à froid ces deux corps n'ont pas d'effet sensible l'un sur l'autre ; mais il n'en est pas de même lorsque l'antimoine est rouge et fondu. Il n'y a pas lieu de douter que dans ce cas le métal ne décompose l'eau ; on n'a pas pu faire cette expérience immédiatement, parce qu'elle est accompagnée d'une détonation et d'une fulmination très-dangereuses. Les chimistes ont un assez grand nombre d'occasions d'observer cette fulguration, qui a lieu toutes les fois que l'antimoine fondu est en contact avec l'eau : dans deux de ces accidens qui ont menacé tous deux de tuer ou de blesser grièvement les travailleurs, j'ai remarqué une flamme blanche très-éclatante. Je ne doute donc pas que l'eau, à une haute température, ne soit décomposée par l'antimoine, que celui-ci ne brûle par l'oxigène qu'il lui enlève ; et l'on verra bientôt que cette même décom-

position a lieu à froid ou à une légère chaleur, dans une foule de circonstances où l'antimoine est aidé par l'addition de plusieurs autres corps différens.

32. Quoiqu'on n'ait pas étudié encore l'action du sulfure d'antimoine sur l'eau, beaucoup de faits se réunissent pour prouver qu'il en a une plus ou moins marquée sur ce liquide, et qu'il lui enlève son oxigène, même à des températures assez basses, pourvu qu'il soit aidé par l'action simultanée des acides ou des alcalis. C'est cette action dont la connaissance manquait malheureusement à Schéele et à Bergman, qui leur aurait fait trouver de bien plus grandes choses encore que celles que l'on doit à leur génie, et qui rend, comme on le verra dans les numéros suivans, beaucoup plus facile et beaucoup plus simple l'intelligence comme l'explication de plusieurs phénomènes qu'ils ont vus et décrits sur les préparations antimoniées, sans qu'ils aient pu même en soupçonner la cause.

33. L'oxide d'antimoine, saturé d'oxigène, cristallisé en aiguilles dans sa sublimation, et qui a été décrite ci-dessus (n°. 17), est dissoluble dans l'eau, suivant l'observation déja ancienne de Rouelle l'aîné, à laquelle les chimistes n'ont point encore fait toute l'attention qu'elle mérite. Quoiqu'on ait peu examiné et les proportions et sur-tout les propriétés de cette dissolution, on en sait cependant assez déja sur ce qui la concerne, pour voir que, par cette dissolubilité, l'oxide d'antimoine se rapproche de la nature acide. En effet, cette dissolution s'unit bien aux alcalis, précipite l'eau chargée d'hidrogène sulfuré en poudre orangée. L'oxide d'antimoine agit comme émétique sur l'économie animale.

34. L'antimoine, que les faits déja cités jusqu'ici rangent parmi les métaux qui absorbent le plus facilement l'oxigène et qui y adhèrent assez fortement, doit par cela même avoir une action marquée sur plusieurs oxides: et quoiqu'on ne l'ait point encore, à beaucoup près, soumis à toutes les expériences capables de faire bien connaître cette action, ce

qu'on en sait suffit pour faire apprécier au moins combien il est important de la déterminer avec plus de soin qu'on ne l'a fait. L'antimoine enlève à chaud, complétement ou en partie, l'oxigène à l'argent, à l'or, au mercure, au cuivre, au plomb, au fer : il est vrai que, relativement aux trois derniers, il ne leur prend que la portion la moins adhérente et la dernière ajoutée de ce principe. C'est ainsi qu'il paraît agir sur les acides métalliques qu'il est susceptible de désacidifier, quoiqu'il soit incapable de priver leurs radicaux métalliques de la première portion d'oxigène qui les met à l'état d'oxides.

35. On n'a point apprécié encore avec exactitude l'action du sulfure d'antimoine sur les oxides métalliques ; mais l'énergie avec laquelle ce combustible binaire se porte sur l'oxigène, et la propriété qui y a déja été reconnue (n°. 32.) de décomposer l'eau, prouvent assez que ce sulfure est capable de prendre ce principe à une partie de ces oxides, ou de leur en enlever la dernière portion ajoutée, comme moins adhérente. Plusieurs des composés imaginés par les alchimistes pourraient servir à le prouver, s'il en était besoin.

H. *Action des acides.*

36. L'acide sulfurique froid n'éprouve aucune altération de la part de l'antimoine, et ne lui en fait éprouver aucune. Lorsqu'on le fait bouillir sur ce métal, il se dégage avec effervescence du gaz acide sulfureux, et si l'on pousse les matières à siccité dans une cornue, il se sublime du soufre : alors il reste de l'oxide d'antimoine blanc dans le vase. Si on ne pousse pas la chaleur jusqu'à dessiccation, on a une masse blanche, molle et humide dans la cornue ; en lavant cette masse avec de l'eau, celle-ci emporte l'acide uni à une petite portion d'antimoine et laisse beaucoup d'oxide blanc indissous ; une grande quantité d'eau ajoutée à cette dissolution en précipite aussi le peu d'oxide qu'elle contient :

en la faisant évaporer elle se trouble sans donner de véritable sel cristallisé. Les terres et les alcalis le décomposent et en précipitent un oxide blanc, qui est difficile à réduire à l'aide du charbon, suivant la plupart des chimistes. Il n'y a donc pas de véritable sulfate d'antimoine, et le métal très-oxidable par l'acide sulfurique bouillant n'est point dissoluble par cet acide, de sorte qu'il se comporte comme s'il prenait lui-même le caractère d'acide.

37. Le sulfure d'antimoine est à peine attaqué par l'acide sulfurique; lorsque cet acide est bouillant, il fait effervescence avec ce minéral; il se dégage beaucoup de gaz acide sulfureux et point de gaz hidrogène sulfuré; il n'y a pas plus d'oxide d'antimoine en dissolution que dans le cas précédent; le soufre mêlé à l'oxide d'antimoine reste au fond du liquide : ainsi ce ne peut pas être là un procédé propre à analyser le sulfure d'antimoine, et à séparer le soufre du métal. L'oxide d'antimoine par le feu, l'oxide sulfuré gris, et le verre d'antimoine sont à peine attaqués par l'acide sulfurique. En le faisant bouillir sur les oxides hidrosulfurés colorés dont il est parlé aux numéros 22, 28, 29 et 30, il dégage un peu de gaz hidrogène sulfuré sans prendre l'oxide et le séparer vraiment du soufre.

38. L'acide sulfureux n'a d'action à froid ni sur l'antimoine, ni sur le sulfure d'antimoine; à chaud il paraît que cet acide est décomposé, que le métal est oxidé et qu'il se forme un sulfite d'antimoine sulfuré. L'acide sulfureux enlève l'oxide d'antimoine à plusieurs de ses dissolutions, et sur-tout à celle par l'acide muriatique; il y forme un précipité blanc, d'une saveur âcre et austère, un véritable sulfite d'antimoine indissoluble, volatil et décomposable par l'action du feu, fusible avant sa décomposition en une masse grise cristallisable à sa surface creuse dans son intérieur et tapissée de petits cristaux, réductible par le charbon, dont l'acide sulfurique chasse le sulfureux, et qui, dans des vaisseaux fermés,

donne par la distillation un peu d'acide sulfureux, puis de l'acide sulfurique, en laissant pour résidu une matière d'un rouge brun, dissoluble dans l'alcali fixe, et précipitable en oxide d'antimoine hidrosulfuré par l'acide muriatique.

39. L'acide nitrique, et sur-tout celui qui contient un peu de gaz nitreux, est rapidement décomposé par l'antimoine, même à froid. Il se produit pendant l'action une grande quantité de gaz nitreux; une vapeur rouge très-forte l'accompagne; la rapidité de l'oxidation de l'antimoine, qui se change sur-le-champ en un oxide blanc, représente l'idée d'une combustion véritable. Aussi y a-t-il quelquefois inflammation. Non seulement l'acide nitrique est décomposé dans cette expérience, mais l'eau elle-même l'est en partie: tant est grande l'attraction que l'antimoine exerce dans ce cas sur l'oxigène; l'union de l'azote du premier avec l'hidrogène du second de ces corps produit de l'ammoniaque qui se combine avec l'acide nitrique, et forme du nitrate d'ammoniaque que l'on a pris pour une portion d'oxide uni à l'acide. Quand on traite la masse blanche et épaisse ou même sèche qui résulte de cette action, avec la chaux vive ou les alcalis fixes caustiques, on dégage de l'ammoniaque. Il n'y a point de combinaison entre l'oxide d'antimoine et la portion de l'acide nitrique non décomposée, quand il reste de celui-ci. S'il y a un peu de cet oxide dissous dans l'acide, l'eau le précipite; on diroit que l'antimoine a passé à l'état d'acide, à voir le peu d'adhérence qu'il contracte avec l'acide nitrique. L'oxide fait par ce procédé a passé pour être extrêmement difficile à réduire; on n'en extrait le métal qu'avec une très-grande peine. On le regarde avec raison comme un des plus réfractaires et des plus irréductibles oxides qui existent. Le citoyen Thenars, en l'examinant comparativement à quelques autres oxides blancs, y a trouvé 0,30 d'oxigène; il se rapproche de celui qui est produit par le nitre: il l'a reconnu en effet pour être difficile à réduire; mais il y est

parvenu assez facilement en le chauffant avec un peu d'antimoine pour lui enlever son oxigène : par ce moyen il l'a fait repasser successivement par les couleurs jaune, orangée et brune, qui indiquent, comme je l'ai déja dit relativement à celui qui est fait par le feu et qui contient 0.20 d'oxigène, les décroissemens progressifs de son oxidation.

40. Le sulfure d'antimoine est aussi attaqué avec violence, comme on a coutume de le dire, par l'acide nitrique, sur-tout lorsqu'on aide son action par le calorique ; le métal est oxidé et il n'en reste pas dans l'acide ; le mélange s'échauffe beaucoup ; il se dégage beaucoup de gaz nitreux, point de gaz hidrogène sulfuré ; le soufre séparé se trouve confondu avec l'oxide d'antimoine au fond de la liqueur : et l'on voit d'après cela que l'acide nitrique ne peut pas servir dans l'état concentré, sur-tout à faire l'essai du sulfure d'antimoine.

41. Cet acide n'a aucune action sur l'oxide d'antimoine ; il n'est pas invraisemblable qu'il puisse être dissous par l'acide nitreux, à cause de la propriété dont jouit celui-ci, d'absorber une certaine portion d'oxigène à beaucoup d'oxides métalliques. Mais on n'a point essayé de faire cette expérience. On ne connaît pas bien non plus la manière dont l'acide nitrique et l'acide nitreux agissent sur les oxides sulfurés d'antimoine, ou sur les hidrosulfures d'antimoine. On sait seulement que l'hidrogène sulfuré n'est pas dégagé par l'acide nitreux, mais brûlé.

42. L'acide muriatique paraît être celui de tous qui agit le plus difficilement sur l'antimoine. Les chimistes qui se sont spécialement occupés de la dissolution des métaux ont dit que ce métal se dissolvait par une longue digestion, ou par distillation dans l'acide muriatique. J'ai observé qu'en laissant long-temps cet acide sur de l'antimoine en poudre, il agissait à la longue sur ce métal et en dissolvait une quantité assez grande en prenant une couleur un peu jaunâtre. Cette dissolution ne peut avoir lieu que lorsque le métal est oxidé,

et son oxidation ne peut provenir, dans le cas cité, que de la décomposition de l'eau ; cependant je n'ai pas remarqué d'effervescence, ou elle a été si faible et à des intervalles si éloignés, que je n'ai pas pu m'en appercevoir. L'oxide d'antimoine blanc se dissout mieux dans cet acide, et forme une dissolution sans couleur, qui jouit de quelques propriétés différentes de celles de la précédente : l'une donne par l'évaporation de petits cristaux en aiguilles déliquescentes qui se volatilisent au feu, qui se précipitent et se décomposent par le contact de l'eau ; celle de l'oxide, suivant le citoyen Monnet, est fixe au feu, et cristallise en lames brillantes comme l'acide boracique ; d'ailleurs elle est décomposable par l'eau. Cette différence mériterait d'être confirmée par de nouvelles observations. Bergman assure que l'acide muriatique a plus d'attraction pour l'oxide d'antimoine que les autres acides : ce qui est en effet prouvé par la dissolution qu'il en opère ; tandis que les précédens oxident l'antimoine sans le dissoudre ou l'abandonnent très-promptement.

43. L'acide muriatique dissout mieux le sulfure d'antimoine, puisqu'il n'a pas besoin pour cela du secours de la chaleur. Il se dégage pendant cette dissolution une forte odeur de gaz hidrogène sulfuré. Quand on chauffe le mélange, tout le métal se dissout. Suivant Bergman, on tire d'un quintal docimastique de sulfure d'antimoine traité par l'acide muriatique, environ onze pouces cubiques de gaz hidrogène sulfuré ; encore s'en arrête-t-il un peu dans l'eau que ce gaz traverse. La même quantité de sulfure d'antimoine ne donne que deux pouces de ce gaz, lorsqu'on le traite à froid par l'acide muriatique. Ce célèbre chimiste fait observer que le gaz entraîne avec lui et dépose dans le tube de verre qui le conduit un peu de kermès ou d'hidrosulfure d'oxide d'antimoine rouge, qui prouve que l'eau est décomposée : car le kermès contient l'antimoine à l'état d'oxide brun, et de plus de l'hidrogène sulfuré. L'oxide d'antimoine hidrosulfuré vitreux ou le

verre d'antimoine est également dissous dans l'acide muriatique, avec dégagement de gaz hidrogène sulfuré. Il faut observer cependant ici que ce dernier composé, qu'on obtient en fondant de l'oxide d'antimoine avec un huitième de son poids de soufre, pourrait bien n'être qu'un simple oxide sulfuré, et non un hidrosulfure, comme on le voit pour les sulfures alcalins : et comme ceux-ci forment tout à coup des sulfures hidrogénés par le contact de l'eau et de l'acide muriatique liquide, il pourrait bien se faire que l'oxide d'antimoine sulfuré ne contînt pas d'hidrogène sulfuré, et que celui-ci ne se formât qu'au moment même du contact de l'acide muriatique et par la décomposition de l'eau. Telle pourrait bien être la différence entre le *verre d'antimoine* et le *kermès minéral.*

44. L'acide muriatique oxigéné brûle et enflamme avec rapidité l'antimoine, lorsqu'on jette ce métal en poudre dans l'acide gazeux; à mesure que la poussière métallique touche ce gaz, chaque parcelle s'allume et brûle avec une flamme blanche très-brillante, qui forme des étincelles. Le métal tombe en oxide au fond du vase. Dans l'acide oxigéné liquide, l'antimoine est converti en une poudre blanche, dont une très-petite partie seulement reste en dissolution dans l'acide muriatique, en raison de la grande quantité d'eau que contient cet acide oxigéné liquide, qui, comme on se le rappelle, est très-peu dissoluble. Il en est de même du sulfure d'antimoine, de l'oxide gris sulfuré, et de l'oxide sulfuré d'antimoine vitreux; ces trois antimoniaux sulfurés, jetés dans du gaz acide muriatique oxigéné, brûlent avec une flamme bleue, parce que c'est leur soufre seulement qui s'enflamme: et comme il passe par là à l'état d'acide sulfurique, je conseille de traiter ces corps par l'acide muriatique oxigéné liquide pour en faire l'analyse, de reconnaître la quantité de soufre par celle de l'acide sulfurique formé, qu'on détermine à l'aide du muriate de barite; et celle du métal ou de l'oxide par le

poids du premier précipité ou dépôt blanc, qui se sépare dans cette expérience. Cette méthode aura, il est vrai, l'inconvénient léger de donner un oxide plus chargé d'oxigène qu'il ne l'était dans les antimoniaux sulfurés ; mais c'est une bien petite erreur : elle n'exige qu'une soustraction de 0.02 à 0.04 d'oxigène du précipité obtenu.

45. L'acide nitro-muriatique est regardé depuis long-temps comme le meilleur dissolvant de l'antimoine ; et en effet il l'oxide et le dissout sans le réduire en oxide blanc pulvérulent et insoluble comme la plupart des précédens. Cette dissolution nitro-muriatique est plus permanente que la leur. Cependant elle est aussi décomposable par l'eau, et donne de l'oxide d'antimoine blanc. Il n'y a pas de prétendu nitro-muriate d'antimoine, comme l'ont voulu quelques auteurs, mais du muriate d'antimoine, dans cette dissolution. Ce sel liquide, le seul permanent, où l'oxide d'antimoine reste uni à un acide, donne, lorsqu'on y plonge du fer ou du zinc, un précipité noirâtre, une espèce d'oxide d'antimoine contenant 0,02 d'oxigène, qui, suivant la remarque du citoyen Thenars, devient pyrophorique et s'enflamme spontanément dans l'air, lorsqu'on le dessèche à une chaleur douce.

46. Le sulfure d'antimoine est très-bien et très-exactement décomposé dans un mélange de trois parties d'acide muriatique et d'une partie d'acide nitrique. Le métal est complétement dissous et le soufre reste seul, pourvu qu'on emploie suffisante quantité du dissolvant, et qu'on le fasse légèrement bouillir sur la fin. Lorsque l'action de celui-ci est terminée, on obtient 0.26 de soufre pur ; il se dégage pendant la dissolution une forte odeur de gaz hidrogène sulfuré ; et cependant, suivant la remarque de Bergman, qui donne ce procédé comme moyen d'essai du sulfure d'antimoine, on retire moins de ce gaz par l'acide nitro-muratique que par le muriatique : cela dépend manifestement de ce que l'acide nitrique le décompose et le brûle.

47. Le même acide mixte attaque facilement les oxides sul-

furés et les oxides hidrosulfurés, en dissout l'oxide et en sépare le soufre ; il se dégage du gaz hidrogène sulfuré de toutes ces dissolutions : mais Bergman observe que celle de l'oxide hidrosulfuré, fait à parties égales de soufre et d'oxide, en donne davantage ; je m'occuperai plus en détail de cette action dans les numéros suivans.

48. On ne connaît point l'action des autres acides sur l'antimoine, sur son sulfure et sur ses oxides sulfurés ; on n'a aucune notion encore sur celle que pourraient exercer l'acide phosphorique, le fluorique, le boracique, le carbonique, ni les quatre acides métalliques. On unit, même difficilement, la plupart de ces acides par voie de doubles échanges, avec l'oxide d'antimoine uni à d'autres acides, parce que, comme on l'a vu, il n'y a que peu de ces dissolutions permanentes que l'on puisse employer pour cela. Cependant, comme l'eau seule trouble la dissolution muriatique, la plus complète et la plus permanente de toutes, les acides qui accompagnent cette eau précipitante s'unissent souvent à l'oxide précipité. C'est ainsi que l'acide sulfureux forme un sulfite d'antimoine, quand on le verse dans le muriate de ce métal, non pas parce qu'il enlève l'oxide à cet acide, mais parce qu'il s'y unit seulement à l'instant où l'eau l'en sépare. Il est donc vraisemblable que, même sans le cas des attractions doubles, les acides phosphorique, fluorique, boracique et carbonique pourraient être combinés avec cet oxide, au moment où on les verse dissous dans l'eau, sur la dissolution muriatique d'antimoine. On pourra donc, en les préparant par ce procédé, obtenir et examiner ces sels antimoniés, qui ne l'ont point encore été, et qui méritent cependant de l'être.

I. *Action des bases salifiables et des sels.*

49. Aucune des bases salifiables terreuses ou alcalines n'a d'action sensible sur l'antimoine. Son oxide a seulement la

propriété de s'unir aux terres pendant leur vitrification, et de les colorer en nuance jaune plus ou moins orangée ou tirant sur l'hyacinthe. Il s'unit de plus directement aux alcalis purs ou caustiques qui le rendent plus soluble, et qui forment avec lui des espèces de sels cristallisables, dissolubles, décomposables par les acides puissans; de sorte qu'il paraît jouer alors le rôle d'acide: on aura bientôt une nouvelle occasion de reparler de ces sels avec plus d'étendue.

5o. Toutes les matières alcalines ont une action très-marquée sur le sulfure d'antimoine. On prépare, à l'aide de cette action, deux principaux médicamens qui ont beaucoup occupé les chimistes, et que l'on a connus, l'un, sous le nom de *kermès minéral*, l'autre sous celui de *soufre doré*. Pour bien entendre la théorie et la nature de ces composés remarquables qui forment un des points les plus singuliers de l'histoire de l'antimoine, je ferai d'abord observer que toute matière alcaline pure, depuis la barite jusqu'à l'ammoniaque, a plus ou moins la propriété de dissoudre le sulfure d'antimoine; que cette dissolution, faite par la voie sèche et à l'aide de la fonte, forme des sulfures alcalins antimoniés; que ces sulfures décomposent l'eau avec beaucoup de force; que celle qui est si souvent unie aux matières alcalines suffit pour changer ses sulfures en sulfures hidrosulfurés; que dans ce changement, soit qu'il se fasse au moment même de la fusion, soit qu'il n'ait lieu qu'après la fusion, et qu'il soit dû alors à l'eau qu'on ajoute ou à celle que ces composés absorbent de l'atmosphère, l'oxigène de l'eau se porte sur l'antimoine qui l'oxide; que son hidrogène s'unit à une portion de soufre, et qu'il résulte de la combinaison ou simultanée de l'oxide d'antimoine, du sulfure alcalin et de l'hidrogène sulfuré, un composé compliqué, un sulfure hidrosulfuré alcalin et antimonié, restant d'abord dans un équilibre de composition, mais bientôt perdant cet équilibre, lorsqu'on veut le dissoudre dans l'eau bouillante. Dans ce

dernier cas, s'il y a une suffisante quantité d'alcali tout est dissous à l'aide de la chaleur ; mais la dissolution se trouble en refroidissant, et se partage alors en deux matières, l'une qui se dépose sous la forme d'une poudre rouge, plus ou moins brune ou rougeâtre, ou brune plus ou moins veloutée, qu'on nomme en général *kermès*, et qui est de l'oxide d'antimoine hidrosulfuré ; et l'autre, qui reste dissoute, est encore un sulfure hidrosulfuré alcalin et antimonié, mais contenant un peu moins de soufre, et sur-tout d'oxide d'antimoine, que le premier de ces composés.

51. Cette séparation en deux nouveaux produits, qui a constamment lieu dans la dissolution du sulfure alcalin hidrosulfuré et antimonié, dépend de ce que l'alcali, à moins qu'il ne soit très-surabondant, ne peut pas tenir à froid tout l'oxide d'antimoine sulfuré qu'il tient à chaud ; et ce qui se dépose sous la forme et le nom de kermès minéral est en effet de l'oxide d'antimoine sulfuré et hidrosulfuré. Cependant la portion de sulfure antimonié que tient encore la liqueur, diffère de celle qui se précipite spontanément par le refroidissement, en ce qu'elle contient plus de soufre et moins d'oxide d'antimoine. Ainsi la masse totale de ce composé se partage naturellement en deux portions différentes : l'une plus antimoniée et moins sulfurée, qui ne peut être tenue en dissolution à froid, et qui se dépose en poudre brune ou en *kermès* ; l'autre, moins antimoniée et plus sulfurée, qui reste en dissolution, qui ne se sépare que par l'addition des acides, avec une couleur moins foncée que la précédente, tirant plus ou moins sur l'orangé, et qu'on connaît sous le nom de *soufre doré*. Celle-ci même peut être partagée en divers hidrosulfures de moins en moins antimoniés et de plus en plus sulfurés, suivant qu'on fractionne sa précipitation, en n'employant que peu à peu la quantité d'acide nécessaire pour la séparer de l'alcali. De là les soufres dorés de la première, de la seconde

et de la troisième précipitation, de moins en moins orangés, de plus en plus pâles, et dont la dernière n'est presque que du soufre.

Il faut décrire actuellement l'action particulière de chacune de ces bases, au moins de celles qui en exercent une remarquable sur le sulfure d'antimoine.

52. La barite, la strontiane, la chaux dissolvent sensiblement, quoique peu abondamment, le sulfure d'antimoine. Il suffit d'agiter quelques momens la dissolution froide de ces bases avec ce sulfure en poudre, pour que ces liqueurs filtrées donnent par les acides un précipité d'oxide d'antimoine hidrosulfuré pâle ou de soufre doré; mais il n'y a point assez d'oxide d'antimoine formé et dissous pour qu'il se dépose du véritable kermès sans l'addition d'acides. Il est bien évident que par le seul contact de ces dissolutions alcalines ou terreuses, une petite partie de l'antimoine est déja oxidée par la décomposition de l'eau, et une portion de l'hidrogène sulfuré uni à l'oxide formé.

53. Les alcalis fixes, caustiques ou purs, solides, la potasse et la soude, triturés dans un mortier avec du sulfure d'antimoine, se ramollissent, prennent une couleur verte, forment une masse molle, d'une odeur fétide, en absorbant un peu d'eau atmosphérique. Si l'on délaie ensuite cette masse dans l'eau chaude, elle est dissoute, dépose par le refroidissement un peu de *kermès*, et ensuite par les acides du soufre doré. L'ammoniaque n'agit point à beaucoup près aussi fortement sur le sulfure d'antimoine que le font les alcalis fixes à froid; à chaud, il agit aussi très-peu, parce que le calorique volatilise l'ammoniaque plutôt que de favoriser son action dissolvante sur le sulfure.

54. Ce n'est pas par ce simple mélange, cette simple trituration, et par la seule action des alcalis à froid, qu'on prépare pour l'usage pharmaceutique ce qu'on nomme *kermès minéral* et *soufre doré*, où les oxides d'antimoine brun et

orangé, plus ou moins hidrosulfurés. L'histoire et l'examen des procédés de leur préparation doit précéder ici l'examen de leur nature. Dans les premières années du dix-huitième siècle, un nommé Simon, frère apothicaire chez les chartreux de Paris, employa ce médicament sous le nom de *kermès minéral*, et lui donna une assez grande célébrité par les cures qu'il dit en avoir obtenues sur les religieux de ce couvent. Voilà pourquoi on nomma d'abord, pendant quelque temps, ce composé *poudre des chartreux*. Quoique la découverte de ce médicament fût due véritablement à Glauber, qui le préparait avec le sulfure d'antimoine et la liqueur de nitre fixé par les charbons; quoiqu'on pût en rapporter aussi l'invention à Lémery, qui l'avait décrit sous un autre nom dans son Traité de l'antimoine, il parut d'abord dans le monde comme un remède nouveau. Le frère Simon tenait, disait-il, sa composition d'un chirurgien nommé la Ligerie, qui lui-même l'avait reçue d'un M. Chastenay de Landau, et celui-ci la devait à un apothicaire, élève de Glauber. Le bruit de ses bons effets engagea le gouvernement à l'acheter. Dodart, premier médecin du roi, s'adressa à la Ligerie pour faire publier la recette du *kermès minéral;* elle fut en effet rendue publique en 1720. Le procédé, beaucoup moins bon que celui de Lémery, consistait à faire bouillir pendant deux heures huit parties d'eau de pluie avec une partie de liqueur de nitre fixé par les charbons et quatre parties de sulfure d'antimoine cassé par petits morceaux, à filtrer la liqueur bouillante, à faire bouillir de nouveau sur le même sulfure un quart de moins d'alcali du nitre que la premiere fois, dissous dans huit parties d'eau de pluie, et une troisième fois une demi-partie du même alcali avec la même quantité d'eau, toujours sur le même sulfure; les trois décoctions mêlées étaient filtrées, et déposaient par le refroidissement une poudre rouge brune ou le *kermès*, qu'on lavait avec de l'eau jusqu'à ce que celle-ci sortît insipide; on faisait sécher

la poudre, on brûlait dessus de l'alcool, et on la broyait avec soin pour l'usage. Ce procédé, très-mal conçu, très-long, ne fournissait que peu de *kermès*, le quarantième au plus du poids du sulfure d'antimoine employé. Il péchait sur-tout par la petite quantité d'alcali employé, qui était bien éloignée de suffire pour la dose de sulfure d'antimoine que l'on prenait. Aussi les pharmaciens ne l'ont-ils pas suivi, quand ce composé a été assez répandu et assez connu pour devenir un médicament très-commun.

55. Lémery le fils ayant revendiqué à l'Académie des sciences la découverte de cette préparation antimoniée pour son père, le procédé de celui-ci fut généralement adopté et pratiqué dans les laboratoires de pharmacie; on y fit et on y fait encore le kermès minéral par l'un ou l'autre des moyens suivans. Par la voie sèche, on prend seize parties de sulfure d'antimoine, huit parties d'alcali ou tartre et une partie de soufre; on mêle bien ces trois matières par la trituration; on les fait fondre dans un creuset; on coule la masse bien fondue dans un mortier de fer; on la pulvérise grossièrement quand elle est refroidie; on la fait bouillir dans une suffisante quantité d'eau, on filtre la liqueur au papier gris; elle passe claire et légèrement orangée, presque sans autre odeur que celle de lessive; à mesure qu'elle refroidit, il s'en sépare une poudre d'un beau rouge brun, ou du kermès très-abondant qu'on lave d'abord dans l'eau froide, ensuite dans l'eau bouillante, qu'on fait ensuite bien sécher, qu'on pulvérise et qu'on passe au tamis de soie.

Le kermès, par la voie humide, est préparé de la manière suivante. On fait bouillir dans vingt parties d'eau six parties d'alcali fixe, potasse pure du commerce; on jette dans la liqueur bouillante environ le vingtième du poids de l'alcali de sulfure d'antimoine pulvérisé; on agite bien ce mélange, on le laisse bouillir sept à huit minutes, on filtre; la liqueur dépose, en refroidissant, beaucoup de poudre rouge

ou de kermès, qu'on lave bien ; on obtient en kermès, par l'un ou l'autre procédé, près des trois quarts du poids du sulfure d'antimoine employé.

56. Dans l'une et l'autre de ces opérations, tout le sulfure d'antimoine traité par l'alcali n'est pas converti en kermès minéral, et l'on a remarqué que le résidu, sur-tout celui de la voie humide, ne contient presque plus de soufre, et qu'en le fondant dans un creuset il donne de l'antimoine presque pur. On doit conclure de là que l'alcali dissout presqu'entièrement le soufre, et qu'il n'oxide que la portion d'antimoine, qu'il dissout en même temps que le soufre. Les liqueurs qui, dans l'une et l'autre opération, surnagent le kermès minéral, ou les eaux-mères qui contiennent encore de l'oxide d'antimoine dissous dans l'hidrosulfure alcalin, peuvent être précipitées par les acides, qui en séparent d'abord de l'oxide d'antimoine hidrosulfuré foncé, contenant beaucoup d'antimoine, et ensuite un oxide hidrosulfuré de plus en plus pâle, de moins en moins antimonié, et rapproché à la fin de l'état de soufre. On a une preuve qu'il se passe ici exactement la série des phénomènes indiqués ci-dessus, n°s. 50 et 51 ; c'est-à-dire que l'alcali, en dissolvant le sulfure d'antimoine, favorise la décomposition de l'eau, fait porter son oxigène sur l'antimoine qui s'oxide à divers degrés, et son hidrogène sur une portion du soufre ; qu'il retient l'oxide d'antimoine sulfuré et hidrosulfuré ; et qu'il s'opère, par le refroidissement, une sorte de fraction des produits dont une en oxide d'antimoine brun hidrosulfuré, qui, surchargé de métal oxidé en brun, par rapport à toute la masse, abandonne la dissolution, et se dépose sous la forme de kermès minéral, dont l'autre en sulfure hidrogéné d'oxide d'antimoine orangé, moins hidrogéné et plus sulfuré, reste en dissolution dans la liqueur alcaline. On a une preuve de l'existence réelle de ces phénomènes dans la propriété même dont jouit l'eau-mère de redissoudre le kermès lorsqu'on la

chauffe. Mais on observera que, dans la seconde précipitation qui accompagne le refroidissement de cette dissolution, il se fait un autre partage entre l'oxide d'antimoine hidrosulfuré, puisque ce second précipité a une autre couleur, quelques propriétés différentes, et paraît sur-tout contenir d'autres proportions dans ses principes que le premier.

57. Avant d'avoir pu fournir la théorie de l'opération du kermès que je viens de présenter, l'histoire de la science offre une suite de recherches et de travaux infructueux sur la nature de ce singulier composé. Geoffroy est le premier chimiste qui se soit occupé de l'analyse du kermès : il avait prétendu que 72 parties étaient composées de 17 de métal, de 14 d'alcali et de 41 de soufre. Il est évident que Geoffroy n'a examiné que du mauvais kermès mal lavé ; car tous les chimistes qui ont travaillé, depuis lui, sur cette matière, n'y ont pas trouvé d'alcali, ou n'y en ont trouvé que des atomes échappés au lavage. Bergman, dans sa Dissertation très-intéressante sur les antimoniaux sulfurés, a commis des erreurs, et est tombé, sur la nature et la composition de ce corps, dans des contradictions qui étonnent de la part d'un homme aussi habile. Dans un endroit de cet ouvrage (expérience 30), il dit que cent parties de kermès lui ont donné, par l'acide muriatique, 0.52 de poudre blanche antimoniale, et qu'il n'a pu recueillir que 0.08 de soufre, sans parler des 0.40 de matière perdue dans cette analyse inexacte. Il est vrai qu'il dit ailleurs avoir obtenu du même poids de ce composé quinze pouces cubiques de gaz hidrogène sulfuré ; mais ce produit ne remplit pas à beaucoup près la lacune de 0.40. Ailleurs il avance que cent parties de kermès contiennent 0.52 de métal (on vient de voir que ces 0.52 étaient de l'oxide blanc d'antimoine, et non du métal), et 0.48 de soufre : mais il avait dit un peu plus haut n'en avoir pu recueillir que 0,08. Il faut conclure de là que l'analyse du kermès minéral n'avait pas encore été bien faite par Bergman. On sait que ce com-

posé se fond en *foie d'antimoine* ou oxide sulfuré vitreux opaque ; que, traité par l'acide muriatique, il perd sa couleur, donne du gaz hidrogène sulfuré ; qu'il est dissoluble dans les sulfures et hidrosulfures alcalins. Le citoyen Berthollet, en le faisant connaître comme un hidrosulfure d'oxide d'antimoine, en a donné une notion bien plus exacte que celles qui avaient été présentées jusqu'à lui.

58. Le citoyen Thenars, dans ses recherches sur les oxides de l'antimoine, a mis, en quelque sorte, la dernière main à ce travail. Il résulte de son analyse de divers antimoniaux sulfurés comparés, plusieurs vérités nouvelles, qui en confirmant les premières vérités énoncées par le citoyen Berthollet, y ajoutent une précision qu'elles n'avaient point encore. Suivant le citoyen Thenars, le kermès n'est qu'un oxide brun d'antimoine uni à de l'hidrogène sulfuré et à un peu de soufre. Sa différence d'avec le soufre doré consiste moins dans la proportion des matières que dans l'état de l'oxide. Ici l'oxide d'antimoine est orangé au lieu d'être brun : c'est à cet état varié de l'oxide que ces composés doivent leur couleur diverse. Ils sont dissolubles dans les hidrosulfures alcalins et non dans les alcalis. Enfin, le kermès agit sur l'air, lui enlève de l'oxigène, l'analyse comme un instrument eudiométrique ; et pâlissant à mesure qu'il s'y oxide de plus en plus, finit ainsi par blanchir tout-à-fait. Le citoyen Thenars a trouvé par une analyse recherchée et difficile, pour laquelle il lui a fallu refaire celles de l'acide sulfurique, du sulfate de barite et de l'hidrogène sulfuré, que le kermès minéral contient,

72,760 d'oxide d'antimoine brun ;
20,298 d'hidrogène sulfuré,
4,156 de soufre ;
2,786 *perte* en eau, etc.

Que le soufre doré contient,

68,300 d'oxide d'antimoine orangé ;
17,877 d'hidrogène sulfuré ;
11 à 12,000 de soufre.

Ces nouveaux résultats sont d'accord avec des expériences anciennes dont la théorie n'avoit pas été conçue jusqu'ici.

On prépare sur-le-champ du kermès par le mélange d'une dissolution muriatique d'antimoine et de sulfure hidrogéné, ou encore mieux d'hidrosulfure de potasse : ce mélange donne tout-à-coup un précipité d'un rouge brun, parce que l'hidrogène enlève un peu d'oxigène à l'oxide blanc avant de le précipiter. On le forme encore en exposant de l'oxide d'antimoine blanc, humide ou délayé dans l'eau, au contact du gaz hidrogène sulfuré, et par la même théorie. Quant au procédé par lequel Bergman croyait avoir fait du kermès en fondant ou plutôt en ramollissant ensemble parties égales de soufre et d'oxide d'antimoine préparé par le nitre (n°. 29.), il est bien évident que ce n'est point un véritable kermès, puisqu'il ne contient point assez d'hidrosulfure pour le constituer tel, et que ce n'est qu'un oxide d'antimoine sulfuré fondu.

59. Ce que je viens d'exposer sur l'*oxide d'antimoine brun hidrosulfuré* ou *kermès*, dont j'ai été obligé de modifier la première dénomination de la nomenclature méthodique, à cause des découvertes des citoyens Berthollet et Thenars sur la présence de l'hidrogène sulfuré, et des divers oxides d'antimoine qui en déterminent la véritable nature, prouve que, pour en faire une analyse exacte, il fallait, après avoir estimé la proportion d'hidrogène sulfuré qui s'en dégage par l'action des acides, déterminer celle du soufre en le brûlant complétement par l'acide nitrique ou l'acide muriatique oxigéné, et en précipitant l'acide sulfurique ainsi formé par le nitrate ou le muriate de barite, et celle de l'oxide d'antimoine, en le dissolvant dans l'acide muriatique, et en le précipitant par l'eau. J'observerai encore, à cette occasion, que les acides ne peuvent pas servir à l'analyse de l'oxide d'antimoine hidrosulfuré, en séparant simplement le soufre et en dissolvant son oxide comme on l'a cru, puisque, dans cette opération,

le soufre retient toujours une portion d'oxide d'antimoine. J'observerai encore que cet oxide hidrosulfuré ne donne pas de gaz hidrogène sulfuré par l'action du feu, et que son hidrosulfure paraît se décomposer pendant sa fusion en oxide sulfuré vitreux. Je ferai remarquer enfin qu'il paraît y avoir divers oxides d'antimoine hidrosulfurés, variant dans la proportion de leurs principes, suivant une foule de circonstances différentes qui accompagnent sa formation.

60. Si l'on a bien conçu la nature de ces *oxides d'antimoine hidrosulfurés*, on concevra également celles des soufres dorés. Plus dissolubles dans les sulfures alcalins que les premiers, on ne les en sépare et on ne les obtient qu'en décomposant leurs dissolutions par les acides : ils contiennent plus de soufre, moins d'oxide d'antimoine, et cet oxide moins oxidé que le kermès ; ils varient entre eux suivant le mode de leur préparation, et les proportions de leurs principes sont très-différentes. Pour en obtenir un constant, Goëtling a proposé le procédé suivant. On mêle bien deux parties de sulfure d'antimoine très-pulvérisé avec trois parties de soufre ; on les fait dissoudre dans une lessive bouillante d'alcali caustique ; on filtre, on étend la dissolution d'eau, on la précipite par l'acide sulfurique affaibli : on a ainsi près de quatre parties et demie d'un sulfure hidrosulfuré d'antimoine, semblable à celui qui est obtenu par la troisième précipitation des eaux-mères de l'oxide d'antimoine brun hidrosulfuré. Bergman observe, avec raison sur ce procédé, qu'il est préférable à celui qui est ordinairement pratiqué pour l'obtenir ; qu'on peut d'ailleurs varier les proportions de ses principes, suivant celle du soufre que l'on ajoute au gré du médecin, qui saura alors ce qu'il emploiera positivement.

61. Je terminerai cet exposé sur les propriétés des oxides d'antimoine sulfurés et hidrosulfurés, par faire observer que ces composés, soit qu'on les fasse par la fusion immédiate avec l'oxide métallique et le soufre, soit qu'on les obtienne

par l'union immédiate des dissolutions antimoniées avec les hidrosulfures alcalins, soit qu'ils soient le produit de l'action de l'acide muriatique sur le sulfure d'antimoine ou celui de l'action des alcalis, nous montrent toujours une plus faible adhérence, une combinaison moins intime entre les molécules de l'oxide d'antimoine et les molécules du soufre, qu'il n'y en a dans le sulfure d'antimoine, puisque ces matières sont plus décomposables, puisqu'un long contact de l'air seul suffit pour les altérer, puisqu'au feu elles prennent le caractère vitreux. La présence de l'hidrogène sulfuré, qui les porte à l'état d'hidrosulfures sulfurés et de composés triples, est la cause de cette moindre adhérence entre leurs molécules, comme la proportion souvent plus grande de soufre en est l'effet.

62. Parmi les sels, il n'y a pas de genres qui ne soient susceptibles de recevoir quelques altérations de la part de l'antimoine et de son sulfure, et qui en même temps ne changent la nature de ceux-ci. Monnet a décrit le premier l'action de l'antimoine sur les sulfates de potasse. En faisant fondre dans un creuset une partie de ce sel et une demi-partie d'antimoine, le métal disparaît; on obtient une masse jaune comme vitrifiée ou frittée, caustique, qui est un sulfure de potasse antimonié, et qui, délayée dans l'eau chaude, donne de l'oxide d'antimoine hidrosulfuré par le refroidissement. L'antimoine a donc enlevé l'oxigène de l'acide sulfurique, et s'est uni en oxide au sulfure de potasse qui s'est formé. Le contact de l'eau, par sa décomposition, a promptement hidrosulfuré ce sulfure alcalin antimonié: de sorte que sa dissolution chaude est devenue susceptible de se séparer en deux portions; l'une très-antimoniée, qui s'est précipitée spontanément en brun; l'autre plus sulfurée, qui est restée dissoute. Il n'y a aucun lieu de douter que la plupart des sulfates, et même des sulfites terreux et alcalins, éprouveraient le même changement par l'antimoine. Le sulfure et

l'oxide pur de ce métal ne les altèrent au contraire en aucune manière.

63. Les nitrates sont tous susceptibles de brûler à chaud, ou à la chaleur rouge, l'antimoine et son sulfure, plus ou moins fortement et complétement, suivant la quantité qu'on en emploie. On a profité de cette action pour préparer, à l'aide du nitrate de potassse, l'espèce préférée du genre comme on l'a vu ailleurs, un grand nombre de composés antimoniés différens, dont je citerai ici les principaux. Un mélange de deux ou trois parties de ce sel et d'une partie d'antimoine en poudre fine, bien broyé dans un mortier, détone vivement, soit qu'on le mette en contact avec des corps combustibles allumés, soit qu'on le projette dans un creuset rougi, soit qu'on le fasse chauffer jusqu'au rouge dans un creuset fermé. Cette dernière méthode est préférable aux deux premières, qui, en admettant le contact de l'air, font perdre une grande partie du produit de l'opération; car on sait que l'antimoine se volatilise à un grand feu. La détonation est accompagnée d'une flamme blanche très-vive; l'antimoine est fortement et complétement oxidé par l'oxigène du nitre, qui est lui-même décomposé et réduit à sa base alcaline. Le résidu de cette détonation est une masse blanche, scorifiée, qui, lavée avec de l'eau, laisse une portion de l'oxide d'antimoine unie à une petite partie de potasse, et en donne une autre combinée avec beaucoup plus d'alcali, et dissoute comme une espèce de sel, dans lequel l'oxide semble faire fonction d'acide. On nommait autrefois l'oxide ainsi préparé *antimoine diaphorétique par le régule.* On regardait la portion d'oxide d'antimoine non dissoute comme un oxide pur; mais le citoyen Thenars a reconnu qu'elle retenait une portion de potasse qui en fait environ le cinquième, et qu'en conséquence le produit de la détonation du nitre et de l'antimoine se partageait en deux par le lavage; savoir, en une espèce de potasse antimoniée qui se dissout, et en une sorte d'antimonite de potasse insoluble.

64. On fait plus souvent cette préparation avec le sulfure d'antimoine qu'avec le métal, parce que, comme on l'a déja dit tant de fois, on a beaucoup plus employé ce sulfure que l'antimoine lui-même. Trois parties de nitre et une partie de sulfure d'antimoine, bien broyées ensemble, placées dans un mortier de fer, et touchées avec un charbon allumé, s'enflamment et continuent à brûler avec ardeur, pétillement, activité et vapeurs blanches très-abondantes, jusqu'à ce que le mélange soit tout entier converti en une masse un peu citrine, à demi-fondue ou scorifiée, qui conserve quelque temps la rougeur de l'embrasement, et qui se refroidit lentement. La quantité de nitre qu'on emploie dans cette expérience, et la force de la combustion qu'elle excite à cause de la proportion d'oxigène, brûle le soufre et le change en acide, ainsi que l'antimoine qui se trouve complétement oxidé. Le produit est formé de sulfate de potasse, d'un peu de nitre échappé à la détonation, d'oxide d'antimoine uni à la potasse, et susceptible de se partager en deux composés par l'action de l'eau, comme le fait le produit de la combustion de l'antimoine pur par le nitre. Cette masse était nommée, dans les pharmacies, *fondant de Rotrou*, ou *antimoine diaphorétique non lavé*. En la jetant dans l'eau chaude, elle s'y délaie; les sels et une partie de l'oxide unie à la potasse, s'y dissolvent. La plus grande portion de l'oxide, combinée avec un cinquième de potasse, reste au fond de l'eau en une poudre blanche, indissoluble et presque insipide. Après l'avoir bien lavée, bien dessalée, on la forme en trochisques, on la fait dessécher, et on la conserve sous le nom d'*antimoine diaphorétique lavé*. La liqueur du lavage, qui, outre le nitre non décomposé, mais porté à l'état de nitrite, et le sulfate de potasse, contient encore une portion d'oxide d'antimoine unie à cet alcali dans l'état d'une espèce de sel, peut être décomposée par les acides, qui y forment un précipité d'oxide blanc, nommé *céruse d'antimoine* ou *matière perlée de Ker-*

Kringius, parce que ce dernier commentateur du Traité de Basile Valentin l'avoit connu et bien décrit. On évaporait autrefois la liqueur surnageant ce précipité ; et le sel qu'on en obtenait contenant le nitre non décomposé, le sulfate de potasse, et le nouveau sel formé par l'acide précipitant uni à la potasse, quelque différent qu'il fût, puisqu'on pouvait employer pour cette précipitation tous les acides, portait le nom impropre de *nitre antimonié de Stahl* : mais il est évident que, préparé par l'acide nitrique même, il ne contient point d'oxide d'antimoine lorsque sa préparation a été bien faite.

65. J'ai déja annoncé (n°. 49) que l'oxide d'antimoine s'unissait aux alcalis ; et on vient d'en voir ici une preuve plus directe, soit dans la partie non dissoute de cet oxide, soit dans la lessive du produit de la détonation de l'antimoine et du sulfure d'antimoine avec le nitre. Cette lessive contient une espèce de sel formé par l'union d'une partie de l'oxide avec la potasse ; sel qui pourrait être nommé *antimonite de potasse*, puisque, suivant l'observation du citoyen Bertholet, il est susceptible de cristalliser ; il jouit d'un degré déterminé de dissolubilité ; il est décomposé par les acides. Au reste, je n'en parle ici dans un numéro particulier que pour appeler l'attention des chimistes sur les combinaisons singulières de cet oxide acidiforme avec les bases, et pour les engager à faire de nouvelles recherches sur ces combinaisons qui ne sont encore que soupçonnées. En général, l'oxide d'antimoine, fait par le nitre ou par la décomposition de l'acide nitrique, paraît être plus oxidé et plus voisin de l'état d'acide que celui qui est obtenu par la simple combustion de l'antimoine fondu à l'air. C'est avec l'oxide préparé par le nitre que Bergman a fait ses préparations sulfurées ; c'est en essayant de le réduire avec du savon noir que Geoffroy a découvert ce pyrophore brûlant comme une gerbe d'artifice, que j'ai indiqué (n°. 23). Enfin, cet oxide d'antimoine, le plus oxigéné de tous, a été examiné avec soin par le citoyen

Thenars, qui y a trouvé 0.32 d'oxigène. Les caractères qu'il y a reconnus sont sur-tout d'être le moins dissoluble dans l'eau de tous les oxides d'antimoine, de s'unir le plus difficilement aux acides, d'exiger pour sa désoxidation la plus haute température sans être irréductible comme on l'avait cru, de ne se bien réduire que quand on le chauffe avec une portion d'antimoine, qui, en partageant son oxigène enlevé peu à peu, le fait repasser par tous les degrés successifs de désoxidation; c'est-à-dire, du blanc au jaune, du jaune à l'orangé, de l'orangé au brun et du brun au noir.

66. Si au lieu d'employer trois parties de nitre et une partie de sulfure d'antimoine, on n'emploie que parties égales de ces deux corps, on obtient par l'action du feu une vitrification opaque qu'on a nommée *foie d'antimoine*. Bergman observe, ce qui peut s'appliquer à tous ces cas de combustion de sulfure d'antimoine par le nitre, que lorsque l'on projette le mélange à diverses reprises dans un creuset rouge et ouvert, on peut perdre jusqu'à près de la moitié du mélange; aussi conseille-t-il de mettre la matière dans un creuset froid, de le fermer et de pousser au feu jusqu'à la fondre. Par ce procédé, à peine se perd-il au-delà d'un centième. Le même conseil doit être donné pour toutes les préparations que l'on fait avec le nitre et l'antimoine ou son sulfure. On obtient ainsi, sous quelques scories, un verre brun foncé, opaque, bien fondu, qui est un véritable oxide d'antimoine, brun sulfuré et hidrosulfuré vitrifié, qu'on nommait *foie d'antimoine*; à cause de sa couleur et de son opacité, pour le distinguer du *verre d'antimoine*, transparent et de couleur d'hyacinthe. On voit qu'ici la proportion du nitre n'est pas suffisante pour brûler tout le soufre; on y voit encore que l'antimoine se brûle avant le soufre, comme cela a lieu dans la préparation du kermès. Ce foie d'antimoine ou sulfure de potasse antimonié contient un peu de sulfite et de nitrite de potasse que Bergman croit être le vrai *nitre antimonié* de Stahl. Il remarque

encore que ces sels empêchent la déliquescence qu'éprouve le sulfure antimonié, fait simplement avec parties égales d'alcali fixe et de sulfure d'antimoine fondues ensemble.

On conçoit bien, d'après ce qui a été dit ci-dessus, qu'en lavant ce produit vitreux, l'eau, en emportant les sels, dissout aussi une portion d'oxide d'antimoine hidrosulfuré, dépose par le refroidissement une portion de véritable *kermès*, et donne par les acides de l'oxide orangé hidrosulfuré, ou du *soufre doré*. La partie non dissoute du *foie d'antimoine*, bien lavée et réduite en poudre, était nommée *crocus* ou *safran des métaux*, à cause de sa couleur rouge orangée foncée. Bergman la regarde comme une espèce de kermès ou d'oxide d'antimoine hidrosulfuré; elle donne du gaz hidrogène sulfuré par l'acide muriatique; et quoiqu'on n'en ait pas fait une analyse exacte et comparée à celle du kermès minéral proprement dit, il est manifeste qu'elle n'en diffère que par une plus grande proportion d'oxide d'antimoine, ainsi que par son état d'oxidation plus avancée: aussi est-elle plus active, plus purgative et plus émétique, et la réserve-t-on pour le traitement des chevaux. Les scories qui sont au-dessus du foie d'antimoine sont grises, et fournissent par la lessive un sel cristallisé, qui se fond, se boursoufle avec bruit au chalumeau et présente une espèce de détonation, qui reste rouge ou jaune quelque temps après son refroidissement, mais dont la couleur s'évanouit au bout de quelque temps. Ce sel donne du gaz hidrogène sulfuré avec beaucoup d'écume par le contact des acides; et fondu ensuite au chalumeau sur un charbon, il est absorbé, et ne laisse qu'une trace blanche circulaire dans le lieu qu'elle occupait. Bergman conclut de ces expériences, que le sel des scories du foie d'antimoine est un mélange de nitrite et de sulfite de potasse avec quelques traces d'oxide d'antimoine. Il ajoute que ces scories donnent du gaz hidrogène sulfuré par l'acide muriatique, avant comme après leur lotion; mais qu'elles ne déposent point d'oxide d'antimoine hidrosulfuré.

67. On se rappelle qu'en traitant huit parties de sulfure d'antimoine avec six parties de tartre et trois de nitre, on obtient de l'antimoine, parce que le peu d'oxigène du nitre est employé à brûler le tartre, à le réduire en charbon qui empêche l'oxidation du métal, et à brûler un peu de soufre, dont la plus grande partie se combine à la potasse, base du nitre et du tartre (voyez le n°. 14). Les scories qui surnagent le métal, et qui sont très-abondantes et très-volumineuses, sont très-composées. On y trouve du sulfure de potasse antimonié, qui, quand on le lave avec de l'eau chaude, se comporte absolument comme la lessive qui fournit le *kermès minéral* et le *soufre doré*. Il est mêlé de sulfate et de sulfite de potasse, et de beaucoup de charbon. On voit donc que l'antimoine n'est pas complétement dégagé par ce procédé, qui ne doit être regardé que comme un essai imparfait de sa mine, puisqu'une portion, même un peu forte, reste oxidée et unie au sulfure de potasse très-abondant des scories.

68. L'antimoine paraît susceptible de décomposer le muriate de soude, suivant le citoyen Monnet, qui assure qu'en chauffant dans une cornue un mélange de ces deux corps, on a du muriate d'antimoine sublimé; mais ce chimiste ne parle point du résidu, qu'il ne paraît pas avoir examiné, et qui doit contenir la soude, si le sel a été véritablement décomposé. L'antimoine n'agit point sur le muriate ammoniacal, comme Bucquet s'en est convaincu, et il ne donne ni ammoniaque ni muriate d'antimoine quand on le distille avec ce sel, comme l'avait cependant avancé Juncker.

69. Il paraît que le sulfure d'antimoine agit plus sur les muriates que le métal, en raison de l'attraction du soufre pour les bases de ces sels. C'est ainsi qu'en distillant un mélange de ce sulfure avec du muriate d'ammoniaque, on obtient, suivant plusieurs chimistes, un sublimé pourpre pulvérulent, qui ne peut être qu'un hidrosulfure ammoniaco-antimonial. Cette expérience mériterait d'être répétée avec soin.

70. Le muriate suroxigené de potasse, le seul bien connu et employé de ce genre, agit très-fortement sur l'antimoine et sur son sulfure ; mêlé à la dose de deux parties sur une de ces corps combustibles, et enflammé par le contact d'un corps en combustion, il les fait brûler avec une si grande activité, que tout se dissipe en vapeur blanche dans l'air, et qu'il ne reste qu'une légère trace circulaire sur le corps où ce mélange a été placé. Quand on fait cette expérience dans un vaisseau fermé, on obtient avec l'antimoine un oxide blanc qu'on sépare du muriate de potasse par l'action de l'eau, qui dissout celui-ci : c'est le moyen d'obtenir cet oxide parfaitement pur et isolé. Quand on frappe subitement sur un tas d'acier le même mélange de sulfure d'antimoine ou d'antimoine et de muriate suroxigené de potasse, il fulmine avec grand bruit et en exhalant une flamme assez éclatante et rapide comme l'éclair.

71. On préparait autrefois dans les laboratoires de pharmacie deux composés vitreux antimoniés : l'un, connu sous le nom de *rubine d'antimoine* ou *magnésie opaline*, *magnesia opalina*, résultait de la fonte de parties égales de muriate de soude décrépité, de nitrate de potasse et de sulfure d'antimoine ; on obtenait ainsi une masse vitriforme, d'un brun peu foncé, brillante et recouverte d'une scorie blanche. L'autre préparation, nommée très-improprement *régule médicinal*, était faite par la fusion d'un mélange de quinze parties de sulfure d'antimoine, de douze parties de muriate de soude décrépité et de trois parties de tartre. Il en résultait un verre noir, luisant, opaque, sans aspect métallique, et très-dense. Ces deux composés sont des espèces de *foie d'antimoine*, qui sont dues à une décomposition du muriate de soude ou de nitrate de potasse, et qui n'ont point été examinées encore.

72. On n'a point apprécié l'action réciproque de l'antimoine, de son sulfure et de ses oxides sur les phosphates, les fluates, les borates et les carbonates ; on sait seulement que les phos-

phates et les borates, fondus avec l'oxide blanc d'antimoine, se vitrifient et se colorent en brun ou en hyacinthe, et que les carbonates chauffés avec le sulfure d'antimoine perdent leur acide carbonique, font effervescence au moment où ils se combinent avec son soufre, et forment ensuite des sulfures antimoniés où les alcalis sont contenus à l'état caustique.

73. Schéele a trouvé dans l'action réunie des sels et des acides un procédé très-simple et très-commode pour se procurer abondamment et facilement l'espèce d'oxide d'antimoine que l'eau sépare toujours de sa dissolution muriatique, et qui est connu sous le nom de *poudre d'Algaroth*, comme je le dirai à l'article du mercure. Suivant ce procédé, on fait un foie d'antimoine en traitant par la détonation un mélange d'une partie de sulfure d'antimoine et d'une partie et demie de nitre. Une partie de ce composé est mêlée avec trois parties d'eau, et près d'une partie d'acide sulfurique, auquel on ajoute du muriate de soude en même proportion que cet acide. Ce mélange, placé dans un matras, est mis à digérer pendant douze heures sur un bain de sable, en agitant continuellement le vase. La dissolution faite et refroidie, on la passe à travers un linge ; on traite de nouveau le résidu non dissous avec le tiers du même dissolvant, acide sulfurique affaibli et muriate de soude, et on mêle la liqueur filtrée avec la première. En jetant cette liqueur dans l'eau bouillante, il se forme un précipité d'oxide d'antimoine blanc ou de *poudre d'Algaroth* qu'on lave dans beaucoup d'eau, et qu'on fait sécher pour l'usage. Dans cette opération, l'acide muriatique, dégagé par le sulfurique, dissout l'oxide contenu dans le *foie d'antimoine*, et l'eau ajoutée le précipite.

K. *Usages.*

74. On a vu ailleurs que les travaux nombreux des chimistes sur le sulfure de l'antimoine ont eu pour but de préparer des médicamens d'une grande activité, et qui n'eussent point les

inconvéniens qu'on redoutait dans cette substance. De toutes les préparations qu'on a successivement imaginées, il n'est guère resté pour l'usage médicinal que le *kermès*, l'*antimoine diaphorétique*, le *soufre doré* et le *verre d'antimoine*. On a renoncé à l'usage de l'antimoine ou en pillules ou en gobelet, parce que leurs effets ont été reconnus très-variables et très-incertains. Plusieurs autres préparations, qui seront indiquées ailleurs, servent aussi comme médicamens. En général, les antimoniaux sont émétiques, purgatifs, sudorifiques et béchiques incisifs. Beaucoup de médecins doutent des effets du sulfure d'antimoine suspendu dans les tisanes et les décoctions, auxquelles on a cru long-temps qu'il communiquait la propriété sudorifique et dépurante. La poudre de la Chevalleraye, ou l'oxide d'antimoine par le nitre, traité sept fois de suite avec ce sel et lavé à chaque fois, est abandonné depuis long-temps comme n'ayant point de vertu et étant trop oxidé; car il est bien démontré aujourd'hui que l'antimoine à l'état métallique n'a aucune vertu, qu'il en prend une plus ou moins énergique quand il est uni à une certaine proportion d'oxigène, et qu'il la perd de nouveau lorsqu'il en contient une très-grande quantité. Les effets des médicamens antimoniés sont fort exaltés, soit par l'état moyen d'oxidation en brun, en orangé ou en jaune, soit par l'union de ces oxides avec le soufre et l'hidrogène sulfuré, comme on le voit dans les oxides d'antimoine sulfurés et hidrosulfurés, qu'on connaît sous les noms de *kermès* et de *soufre doré*, et qui sont les préparations les plus actives de ce métal.

75. L'antimoine sert à un grand nombre d'arts: il est la base de l'alliage avec lequel on coule les caractères d'imprimerie, qui en reçoivent leur dureté. On le fait entrer souvent, avec le plomb et l'étain, dans des alliages roides et durs, très-utiles dans un grand nombre de cas. L'oxide d'antimoine sert dans la fabrication des verres de couleur, des émaux, des couvertes et des peintures sur les porcelaines; il est la source

des couleurs jaunes, brunâtres, orangées, et des nuances plus ou moins rapprochées de celle de l'hyacinthe. On le mêle avec plusieurs autres oxides différens, pour produire des effets de coloration très-variés, dont on a observé les effets, mais dont on n'a point encore exactement apprécié les causes.

ARTICLE XIII.

Du tellure.

A. *Histoire.*

1. M. Klaproth de Berlin, à qui l'on doit la découverte du titane et de l'urane, a donné le nom latin de *tellurium*, que je traduis par le mot de tellure, à un métal cassant qu'il a découvert au commencement de la sixième année de la République (fin de 1797), et fait connaître au monde savant, à la séance publique de l'Académie de Berlin, en nivose de la même année (25 janvier 1798). Cette dénomination est la suite de celle qu'il a adoptée pour les deux métaux déja indiqués. Elle est, comme elle, empruntée de la fable. Il eût été à desirer que ce célèbre chimiste prussien l'eût tirée d'une propriété caractéristique de ce nouveau métal, comme nous l'avons fait pour le chrome découvert par le citoyen Vauquelin.

2. C'est en examinant la mine aurifère de muriahilf dans les monts Fatzbay en Transylvanie, connue sous le nom de mine d'or blanche, d'*aurum paradoxum*, *aurum problematicum*, qu'il a fait cette importante découverte. M. Muller de Reichenstein avait déja soupçonné un métal particulier dans cette mine; en 1782. Bergman, à qui ce minéralogiste avait envoyé un échantillon de cette mine, n'avait pas pu

décider, à cause de la petite quantité qu'il en avait eue, si c'était vraiment un métal particulier, ou simplement de l'antimoine, avec lequel il a quelques rapports remarquables; cependant il penchait pour la première opinion.

3. Après avoir traité cette mine par l'acide nitro-muriatique, M. Klaproth l'a précipitée et redissoute par la potasse, puis séparée de nouveau par l'acide muriatique. La matière, séparée de l'alcali, et déposée par ce dernier acide, ayant été chauffée avec une huile, a donné le métal qu'il a nommé *tellure*. Cette découverte n'a point encore été confirmée depuis par d'autres chimistes, parce que les mines où le tellure a été trouvé par M. Klaproth sont encore très-rares; mais on connaît assez, et le grand talent, et l'exactitude de cet illustre chimiste, pour admettre avec confiance les faits qu'il annonce.

B. *Propriétés physiques.*

4. Le tellure a une couleur blanche approchant du gris de plomb, un éclat métallique considérable. Il est très-aigre et très-cassant, facile à mettre en poudre. Son tissu est formé de lames comme l'antimoine. Il prend, par un refroidissement lent, une forme cristalline et régulière, à sa surface sur-tout. Sa pesanteur spécifique est de 6.115.

5. Il doit être rangé parmi les métaux les plus fusibles. On ne connaît point sa propriété conductrice ni pour le calorique, ni pour l'électricité. Quand on le fond dans des vaisseaux fermés, il bout facilement, et se volatilise de manière que ses globules brillans s'attachent aux voûtes des cornues : c'est une propriété qui semble le rapprocher du mercure ; au moins, après ce métal liquide, il paraît être le plus volatil des métaux.

C. *Histoire naturelle.*

6. Il paraît qu'on peut distinguer jusqu'ici quatre mines

de tellure : la première et celle où M. Klaproth a d'abord découvert ce nouveau métal; c'est la mine d'or blanche de Fatzbay dont il a déja été question ; elle résulte de l'union de ce métal avec le fer et l'or. Cet *aurum paradoxum* est très-brillant, d'un blanc gris, en grains cristallins entassés dans une gangue de quartz et de marne.

7. La seconde mine est l'*or graphique* d'Offenbaya, formée de tellure, d'or et d'argent; sa couleur est d'un blanc jaunâtre, elle est en cristaux prismatiques comprimés, imitant, par leur position respective, l'écriture turque. Elle se trouve dans un porphyre argileux gris, bleuâtre, implanté dans du quartz gris.

8. La troisième est le minérai connu sous le nom de *mine d'or jaune* de Nagyag en Transylvanie. Elle est plus compliquée dans sa composition; elle contient, outre le tellure, de l'or, du plomb, de l'argent et du soufre. Sa couleur est d'un blanc d'argent, tirant un peu sur le jaune du laiton; elle est compacte et parsemée de quartz et de spath brun : on la trouve aussi en rayons larges, avec une cassure lamelleuse.

9. Enfin la quatrième est une autre variété du même minérai de Nagyag, dénommée *mine d'or feuilletée grise*; elle paraît ne différer de la précédente que par la proportion de ses principes, et de plus par un peu de cuivre, d'après les analyses données par M. Klaproth. La couleur de cette mine est d'un gris de plomb foncé, passant au noir de fer; elle est en petites feuilles réunies en tables minces, oblongues, hexaèdres, en parties accumulées en cellules, d'un éclat médiocre, flexibles, souvent contournées. Elle est dans une matrice de quartz, mêlée avec du manganèse rougeâtre, qu'elle a pénétré dans toutes sortes de directions.

10. Il est vraisemblable qu'il existe des mines encore inconnues de tellure, et qu'on le trouvera spécialement dans celles d'or.

D. *Docimasie.*

11. J'ai indiqué comment M. Klaproth était parvenu à obtenir ce nouveau métal ; mais je n'ai point décrit avec exactitude l'essai de la mine de Fatzbay, par lequel il a non seulement extrait le tellure, mais il l'a encore séparé d'avec les autres matières qui y étaient combinées, et il a fait ainsi l'analyse exacte du minérai tellurifère. Il est nécessaire de décrire ici son procédé, afin qu'il puisse être répété par les chimistes qui auront des mines analogues à leur disposition.

12. En faisant chauffer légèrement la mine avec six parties d'acide muriatique, et en la faisant ensuite bouillir, après y avoir ajouté trois parties d'acide nitrique, il y a eu une effervescence considérable, et tout s'est dissous. La dissolution étendue d'un peu d'eau distillée a été mêlée à une lessive de potasse caustique assez abondamment pour dissoudre le précipité ; il n'est resté qu'un dépôt brun, floconneux, formé d'oxide d'or et d'oxide de fer. La dissolution alcaline d'oxide de tellure a été mêlée avec de l'acide muriatique, de manière à saturer la potasse, et il s'est déposé une poudre blanche très-abondante, très-pesante. C'est en réduisant cette poudre en pâte avec une huile grasse, en la chauffant ensuite jusqu'au rouge, dans une petite cornue de verre, que M. Klaproth a obtenu le tellure réduit, en partie fondu et cristallisé à sa surface au fond de la cornue, en partie sublimé et figé en gouttes à la voûte de ce vaisseau.

13. La même expérience, faite sur les trois autres mines indiquées, l'or graphique et les deux de Nagyag, en y réunissant les procédés propres à séparer les diverses matières qui y sont unies au tellure, a donné à M. Klaproth les résultats suivans, relatifs à la docimasie de ces mines.

A. La mine de Fatzbay ou l'or problématique contient, d'après cette analyse. .	Tellure . . .	925. 5
	Fer	72. 0
	Or	2. 5
		1000. 0
B. L'or graphique d'Offenbaya	Tellure. . . .	60.
	Or	30.
	Argent	10.
		100.
C. La mine d'or jaune de Nagyag . . .	Tellure. . . .	45.
	Or.	27.
	Plomb	19. 5
	Argent	8. 5
	Soufre, un atome.	
		100. 0
D. La mine d'or feuilletée grise de Nagyag.	Plomb	50.
	Tellure. . . .	33.
	Or.	8. 5
	Soufre	7. 5
	Argent et cuivre	1.
		100. 0

14. On ne peut rien dire encore de la métallurgie des mines de tellure, puisqu'on n'a point cherché jusqu'ici à en tirer ce métal, et qu'on n'a essayé de les traiter que pour en séparer l'or.

E. *Oxidabilité par l'air.*

15. Lorsqu'on chauffe le tellure au chalumeau sur un charbon, il brûle après s'être fondu, avec une flamme assez vive, d'une couleur bleue qui passe au verdâtre sur ses bords;

il se volatilise entièrement sous la forme d'une fumée d'un gris blanchâtre, et en répandant une odeur fétide particulière que M. Klaproth compare à celle des raves.

16. L'oxide de tellure paraît être extrêmement fusible, puisqu'il suffit de le chauffer dans une cornue pour l'obtenir en une masse jaune de paille, d'un tissu radié, quand il il est refroidi. Il se réduit rapidement et avec une sorte d'explosion semblable à une détonation, lorsqu'on le chauffe dans un trou de charbon, et entouré de ce corps.

F. *Union avec les combustibles.*

17. M. Klaproth n'a fait connaître que la combinaison du tellure avec le soufre et avec le mercure; encore cette dernière union n'est-elle qu'indiquée comme formant facilement une amalgame. Il paraît former avec le soufre, et sans doute par la fusion, un sulfure gris de plomb, d'une structure rayonnée et bien cristallisable.

G. *Action sur l'eau et les oxides.*

18. Il n'y a rien dans le Mémoire du chimiste de Berlin qui puisse faire connaître comment le tellure se comporte avec l'eau et les oxides métalliques. Cependant, parmi les faits qu'il a décrits, plusieurs prouvent que l'attraction de ce métal pour l'oxigène est assez faible : cela doit faire présumer qu'il ne peut avoir aucune action sur l'eau ni sur un grand nombre d'oxides métalliques, puisque le sien est si facile à décomposer, comme je l'ai déja indiqué, et comme je vais encore l'énoncer dans la série des propriétés qui me restent à parcourir.

H. *Action sur les acides.*

19. Le tellure paraît être très-attaquable par la plupart des acides : voici ce que l'auteur de sa découverte a fait connaître sur son union avec ces corps brûlés. Une partie de tellure mêlée à froid dans un vaisseau bouché, avec cent parties d'acide sulfurique concentré, fait prendre à cet acide une belle couleur rouge cramoisie. En ajoutant de l'eau, goutte goutte, à cette dissolution, la couleur disparaît, et la petite quantité de métal dissous se dépose sous la forme de flocons noirs. La même dissolution chauffée perd également sa couleur, et précipite peu à peu l'oxide de tellure en poudre blanche. En employant au contraire de l'acide sulfurique étendu de deux ou trois parties d'eau, et en y ajoutant une petite quantité d'acide nitrique, cet acide mixte dissout une quantité assez considérable de tellure ; la dissolution est claire et sans couleur, et n'est point décomposée par une plus grande quantité d'eau. On ne connaît point la forme et les autres propriétés de ce sulfure de tellure.

20. L'acide nitrique dissout facilement le tellure ; cette dissolution est blanche et bien transparente. Concentrée, elle donne spontanément de petits cristaux blancs, légers, en forme d'aiguilles qui présentent une aggrégation dendritique. L'acide nitro-muriatique le dissout aussi très-facilement ; une grande quantité d'eau ajoutée à cette dissolution nitro-muriatique précipite l'oxide de tellure en poussière blanche, dissoluble dans l'acide muriatique. M. Klaproth n'a point indiqué l'action de ce dernier acide sur le tellure métallique.

21. Tous les alcalis purs précipitent les dissolutions acides de tellure en oxide blanc, dissoluble dans les acides ; un excès d'alcali redissout le précipité tout entier ; on le sépare encore par le moyen des acides employés avec précaution.

Si, au lieu d'alcali pur, on se sert d'un carbonate alcalin, on a de même un précipité, mais qui est beaucoup moins dissoluble dans l'excès du précipitant.

22. Les sulfures alcalins ajoutés aux dissolutions acides de tellure, y forment un précipité brun ou noirâtre, suivant que le métal y est plus ou moins abondamment oxigéné. Quelquefois ce précipité ressemble aux oxides d'antimoine hidrosulfurés, brun ou orangé, ou au *kermès et au soufre doré;* c'est une des analogies qui existent entre le tellure et l'antimoine. L'oxide de tellure sulfuré ou hidrosulfuré ainsi formé, exposé sur un charbon ardent, brûle avec une petite flamme bleue, et se volatilise en fumée blanche.

23. L'infusion de noix de galle, versée dans les dissolutions acides de tellure, y donne un précipité floconneux, de couleur isabelle. Le prussiate de potasse bien pur ne les précipite pas; ce métal partage cette propriété bien remarquable avec l'antimoine, l'or et le platine; il n'y a que ces quatre métaux qui ne sont pas précipités, ou dont les dissolutions acides ne sont pas décomposées par le prussiate de potasse.

24. Le zinc et le fer séparent le tellure de ses dissolutions acides à l'état métallique, et sous la forme de petits flocons noirs, fusibles en un bouton métallique sur un charbon allumé, et reprenant leur éclat par le simple frottement. L'antimoine présente la même précipitation avec le nitrate et le sulfate de tellure liquides, preuve convaincante que ces deux métaux sont réellement bien différens l'un de l'autre. L'étain jouit de la même propriété par rapport au nouveau métal; sa dissolution muriatique, mêlée à celle du tellure dans le même acide, donne un précipité noir et métallique.

25. Les oxides de tellure précipités de ses dissolutions acides par les alcalis, ou de ses dissolutions alcalines par les acides, sont réductibles avec une grande facilité par le charbon, et perdent si promptement leur oxigène dans cette réduction

qu'ils présentent dans cette opération un mouvement et une rapidité comparables à une détonation. Il suffit de les mêler avec des corps gras et de les chauffer dans une cornue, pour les obtenir en tellure métallique en partie fondu et rassemblé en culot au fond de ce vaisseau, en partie sublimé en gouttes solides à sa voûte.

I. *Action sur les bases et sur les sels.*

26. M. Klaproth n'a rien dit de l'action du tellure sur les bases terreuses et alcalines. Il résulte seulement de ses premières expériences que l'oxide de ce métal est bien dissoluble dans les alcalis caustiques liquides. La fusibilité spontanée de cet oxide permet de croire qu'il peut entrer en vitrification avec les terres, et qu'il est susceptible de colorer les verres en jaune de paille.

27. Sa facile combustibilité porte également à penser qu'il doit être promptement brûlé par le nitrate de potasse et par le muriate suroxigéné de la même base. Il n'y a pas de doute que, mêlé en poudre avec deux parties de ce dernier sel, il ne puisse s'enflammer et fulminer par la percussion, comme le font tant d'autres matières métalliques.

K. *Usages.*

28. Il n'y a rien à dire encore sur les usages d'un métal découvert depuis si peu de temps, et qui paraît être jusqu'ici si peu abondant. Mais si on le rencontre dans d'autres mines que celles de Transylvanie, ce qui peut être présumé, on ne doit pas douter qu'il ne puisse devenir d'une grande utilité dans les arts, comme l'indiquent sa fusibilité extrême et son peu d'adhérence pour l'oxigène. Je ne puis m'empêcher de faire remarquer ici, en terminant cet article, combien est importante pour la science la découverte d'un métal qui semble

tenir le milieu entre l'antimoine et le mercure, qui est très-facile à fondre, qu'on obtient si aisément de ses mines ; et combien elle est même supérieure, par les avantages qu'elle promet aux hommes, à celles de l'urane et du titane dues au même chimiste, mais dont le traitement est si difficile, la réductibilité et la fusibilité si bornées.

ARTICLE XIV.

Du mercure.

A. *Histoire.*

1. Le mercure, qui, comme plusieurs autres métaux, paraît avoir reçu son nom de la planète à laquelle il a été comparé par les Perses, à cause de sa nature rapprochée de celle de l'or, comme cet astre l'est du soleil, est connu de la plus haute antiquité. Il y a long-temps qu'en comparant ses propriétés à celles de l'argent, on l'a nommé *vif-argent*, *hydrargyrum*. Dans les espèces d'hiéroglyphes qu'on employait autrefois pour représenter les corps, on avait réuni, pour celui du mercure, les signes du soleil et de la lune, ou de l'or et de l'argent, liés entre eux et soutenus sur une croix. Le signe de l'or était placé au milieu, au-dessus on voyait celui de l'argent qui semblait recouvrir et colorer le premier ; la croix inférieure annonçait qu'il lui restait de l'âcreté. Son usage dans les arts remonte à une très-haute antiquité.

2. Les alchimistes ont beaucoup travaillé ce métal. Ils le regardaient comme très-ressemblant à l'or et à l'argent, et n'en différant que très-peu ; ils croyaient qu'il ne lui manquait que peu de chose pour devenir l'un ou l'autre, et ils espéraient toujours trouver le moyen de le transmuer dans ces métaux. Quelques-uns même ont assuré avoir réussi à

en opérer la transmutation. Ces adeptes conviennent entre eux qu'il est beaucoup plus aisé de le changer en argent qu'en or. A les entendre, pour le convertir en argent, il n'y a qu'à le fixer. Aussi est-ce dans cette fixation du mercure qu'ils ont fait consister tout l'art du grand œuvre, tout le merveilleux de leur savoir; c'est elle qui a frappé leur attention et réuni tous leurs vœux. Il n'y a cependant aucun fait avéré sur toutes ces prétentions; et plus on avance dans l'étude des propriétés du mercure, plus on trouve de différences entre lui et les métaux dont on l'a cru le plus voisin.

3. A ces opinions exagérées et hypothétiques, comme tout ce qui tient au prétendu art alchimique, les adeptes en ajoutaient une encore plus folle et peut-être plus ridicule. A force de tourmenter ce métal de mille manières et de le regarder comme le premier et le plus important objet de leurs recherches, ces hommes ont poussé l'exagération jusqu'à prétendre que le mercure était un principe de tous les êtres, qu'il était un des élémens de la nature, qu'elle l'employait à la composition de beaucoup de corps, qu'il était contenu dans tous les métaux : c'est pour cela qu'ils distinguaient deux mercures, celui des philosophes, le principe d'un grand nombre de corps qu'ils avaient la prétention de savoir retirer et de posséder exclusivement; et l'autre, le mercure commun, le mercure de tous les hommes, celui qu'on emploie dans les arts. De là est venue l'hypothèse du *principe mercuriel*, ou de la *terre mercurielle*, que Beccher a distinguée des autres terres, et qu'il admettait dans tous les corps pesans et volatils en même temps. On imagine bien qu'aucun chimiste n'est parvenu à démontrer cette prétendue terre.

4. Qui croirait que c'est du sein même de ces extravagances et de ces hypothèses dénuées de tout fondement, qu'est cependant sortie l'histoire chimique du mercure? qui pourrait penser que c'est aux recherches laborieuses de ces malheureux et infatigables artisans d'un métier qui n'a jamais existé, que

l'on doit les premières et les plus difficiles découvertes qui aient été faites sur ce beau métal ? Rien n'est cependant mieux démontré que cette assertion. C'est aux alchimistes que l'on doit la connaissance de la volatilité du mercure, de l'art d'en connaître et d'en obtenir la pureté, de son inaltérabilité dans des vaisseaux fermés, de son oxidation par le feu et l'air et des procédés propres à le faire brûler en l'empêchant de se répandre dans l'air, de ses principales combinaisons, de l'immense variété de couleur de ses précipités, de ses sels et de leurs différens états, de son action sur les métaux, de son union avec le soufre, en un mot de ses principales propriétés.

5. De leur côté, les médecins chimistes, toujours agités de l'idée d'approprier les corps naturels au traitement des maladies, de diminuer l'âcreté de celles qui étaient trop actives, de diriger leurs effets, etc., ont fait une foule de travaux sur le mercure et sur ses préparations pharmaceutiques. Ils en ont découvert un grand nombre de propriétés; ils l'ont fait entrer dans une foule de compositions diverses, et ont beaucoup avancé la connaissance des attractions, auxquelles il doit toutes les modifications qu'il est susceptible d'éprouver.

6. Les plus célèbres physiciens, les plus habiles chimistes se sont tous successivement occupés de ce métal; ils ont cherché à en déterminer toutes les propriétés avec plus ou moins d'exactitude; l'emploi qu'on en a fait depuis la fin du siècle dernier, depuis l'époque de Boyle, pour la confection d'un grand nombre de machines de physique, et particulièrement des instrumens météorologiques, a été une occasion fréquente d'en chercher et d'en examiner les divers caractères. C'est ainsi qu'ont été successivement reconnues sa pesanteur, sa phosphorescence, sa dilatabilité, sa volatilité, son altérabilité, sa mobilité, etc.

7. On juge bien qu'une matière métallique aussi intéressante a dû engager tous les chimistes à la prendre successivement pour l'objet de leurs recherches. Il n'en est pas un,

depuis un siècle, qui n'ait travaillé sur les combinaisons du mercure ; et il faudrait les citer tous, les uns après les autres, pour offrir ici le tableau des auteurs qui ont traité de ce métal. Parmi ces hommes habiles il faut cependant distinguer Boerhaave, qui a joint à la sagacité du physicien exercé l'infatigable patience du chimiste, et à qui l'on doit une suite de belles expériences et de grands résultats sur le mercure. Depuis le professeur de Leyde jusqu'à Bergman, qui a écrit une dissertation intéressante sur le sublimé corrosif, la plupart des chimistes ont ajouté chacun quelques faits à la somme de ceux que Boerhaave avait recueillis ou découverts.

8. L'application de la théorie pneumatique a lié tous les faits connus sur les propriétés chimiques du mercure ; elle en a fait trouver un assez grand nombre de nouveaux ; elle a fait concevoir un grand nombre de faits qui n'avaient pu encore être expliqués avant elle ; elle en a tiré de l'oubli plusieurs qui étaient négligés ou comme abandonnés ; elle a dissipé tout ce qui restait obscur ou indéterminé, ou incertain dans l'énoncé de ses propriétés ; elle a conduit les chimistes français à plusieurs découvertes capitales, telles que la différence de la plupart des sels métalliques ou mercuriels entre eux, l'état comparé des différens oxides de mercure, l'action de chaque oxide sur ce métal ou ses oxides, la formation de plusieurs sels triples, la cause de l'énergie et de la causticité même des oxides ou des sels mercuriels, la réduction spontanée de ces oxides, leur décomposition par quelques métaux, la nature et les caractères de plusieurs précipités, l'état divers de certaines de ses dissolutions, l'extinction du mercure dans une foule de substances qu'on avait toujours regardées comme une simple division et qui est une véritable oxidation, etc. etc. Par l'ensemble de ces découvertes, ainsi que par la réunion, le rapprochement, et en quelque sorte le renouvellement de tous les anciens résultats des expériences tentées avant la naissance de la doctrine pneumatique, l'histoire du mercure

n'est pas seulement devenue beaucoup plus exacte et beaucoup plus claire qu'elle ne l'était auparavant; elle a de plus acquis une méthode, une marche régulière et systématique qui la rend comme le précis de toutes les bases de cette doctrine, ainsi que je l'ai déja fait observer pour plusieurs corps aussi importans que celui-ci. Cette dernière considération me fait un devoir de décrire avec beaucoup de soin, et avec toute l'étendue, tous les détails convenables, les propriétés du mercure, qui d'ailleurs est une des matières métalliques les plus utiles à la médecine, aux arts et à toutes les branches de connaissances dont le perfectionnement accélère celui de la raison humaine.

B. *Propriétés physiques.*

9. Le mercure, métal toujours fluide quand il est pur à la surface et dans l'intérieur du globe, est un des métaux les plus brillans et les plus éclatans que l'on connaisse; il fait un très-beau miroir quand sa surface est bien nette. Sa couleur est aussi belle que celle de l'argent, auquel il a été comparé dans tous les temps. Après le platine et l'or, il passe pour le corps le plus lourd que l'on connaisse. Sa pesanteur spécifique est de 13,568, l'eau étant 1,000. Le citoyen Guyton met cependant avant lui le tungstène, auquel il attribue une pesanteur égale à 17,600. Muschenbroëck a donné pour celle du mercure depuis 13,500 jusqu'à 14,110, suivant ses divers degrés de pureté. Aussi les auteurs avaient-ils grand soin de remarquer autrefois que tous les corps les plus lourds nageaient à sa surface, et que l'or seul s'y enfonçait; il faut y ajouter aujourd'hui le platine et le tungstène.

10. La divisibilité de ce métal liquide en une immense quantité de gouttelettes par la pression, a frappé les physiciens qui s'en sont occupés en particulier. Boyle, après l'avoir extrêmement divisé par la distillation en le recevant dans un vaste chapiteau de verre dont il tapissait la surface interne

d'une innombrable quantité de gouttelettes, les a reconnues pour autant de petites sphères ou de miroirs, qui, réunis sur le verre, lui donnaient une couleur blanche très-éclatante. La manière dont il passe par la pression à travers les pores des peaux apprêtées, et son écoulement en pluie d'argent, prouvent encore son extrême divisibilité, comme le font également les maux que sa vapeur produit chez les hommes qui y sont quelque temps exposés. Liebknecht rapporte qu'ayant frappé un globule de mercure de six lignes de diamètre, il l'a divisé en gouttelettes si fines, que le microscope lui en a fait appercevoir 100,000,000. Aussi les physiciens le donnent-ils comme un exemple de la divisibilité de la matière.

11. Il n'est pas surprenant qu'un métal toujours fluide, d'une grande pesanteur, d'un brillant parfait, d'une singulière volatilité en même temps, si utile dans une foule d'arts, si remarquable, et si différent de tous les autres métaux dans ses combinaisons et ses propriétés chimiques, ait été regardé comme un corps indépendant en quelque sorte, comme une matière hors de rang, et même comme une espèce de principe qui pouvait communiquer à d'autres corps une partie de ses propriétés caractéristiques. C'était l'eau qui ne mouille point, *aqua non madefaciens manus*, de quelques auteurs, l'argent mobile, *argentum mobile*, de quelques anciens; mots qui ont été vraiment traduits dans cette expression française de *vif-argent*. C'était un agent puissant de la nature, comme il paraissait être un agent si important de l'art.

12. Cependant on a trop compté dans les idées singulières et dans les prétentions exagérées des alchimistes sur la fluidité du mercure, comme sur une propriété indélébile. Boerhaave disait encore, dans ses Elémens de chimie, que le mercure ne pouvait être solidifié par aucun froid, quoiqu'il admît une condensation à $\frac{1}{269}$ de son volume primitif; ce qui ne peut pas avoir lieu dans sa véritable congélation. Cette assertion de Boerhaave et des autres physiciens qui l'ont suivi a

été reconnue fausse en 1759 : cette année, les académiciens de Pétersbourg, profitant d'un froid naturel excessif pour quelques expériences sur ses effets, l'augmentèrent encore par le mélange de neige et d'acide nitreux fumant ; le thermomètre à mercure dont ils se servaient descendit à 213 degrés de la graduation de Delisle, répondant à 46 — 0 de l'échelle de Réaumur. Comme le mercure ne descendit plus, et parut stationaire, ces savans cassèrent la boule de verre de leur instrument, et y trouvèrent le mercure gelé, formant un corps solide qui se laissait étendre par le marteau. Ils découvrirent donc que le mercure pouvait devenir solide, et qu'il jouissait dans cet état d'un certain degré de ductilité ; ils remarquèrent qu'à chaque coup de marteau, la pression, refoulant le calorique dans l'intérieur du métal, le fondait, et qu'il coulait en globules.

13. Cette première expérience n'a été, en quelque sorte, qu'un éveil donné aux physiciens sur une propriété inconnue, et même refusée jusque-là au mercure ; elle a été ensuite répétée un grand nombre de fois, et est devenue dans les derniers temps une expérience aussi facile et aussi simple que la plupart de celles que l'on fait en chimie. Pallas a fait congeler le mercure en 1772, à Krasnejark, par un froid naturel de 55 degrés et demi de la graduation de Fahrenheit : il a observé qu'il ressemblait alors à de l'étain mou ; qu'on pouvait l'aplatir ; qu'il se rompait facilement, et que ses morceaux rapprochés se collaient ou se soudaient, comme cela a lieu dans tous les autres métaux ramollis : mais il est clair qu'il n'a point obtenu une véritable solidification ou concrétion complète, puisque le mercure était encore mou et à demi-congelé seulement. En 1775, M. Hudchins a observé la même congélation à Albanifort, et M. Bicker à Rotterdam, en 1776, au degré 56 au-dessous de 0. En 1783, on est parvenu en Angleterre à opérer la congélation du mercure à un froid moindre ; et M. Cavendish a prouvé que

31,5 — o du thermomètre de Réaumur était le véritable degré où elle avait lieu.

14. Dans l'enceinte de l'école polytechnique, et presque aux premiers jours de son installation, le 18 nivose l'an 3e de la République (5 janvier 1795), on a fait l'expérience de la congélation du mercure dans des mélanges refroidissans de glace et de muriate de soude, de glace et d'acide nitrique. L'atmosphère étant à 9 — o, un thermomètre alcoolique est descendu par le refroidissement de ces mélanges, se servant réciproquement de bains à 31 — o. Le mercure bien pur, qui était plongé dans ce froid de 31 — o, et qui était renfermé dans des boules de verre mince, a passé à l'état solide. Au moment où sa congélation a eu lieu, celui qui tenait le tube de verre dans sa main a senti une petite secousse produite par une retraite subite du métal figé ; espèce de phénomène qu'on éprouve aussi très-sensiblement lorsque le phosphore se fige. On a observé dans le mercure une cristallisation manifeste en très-petits octaèdres. Pelletier ayant mis ce mercure solidifié dans le creux de sa main, a éprouvé une douleur qu'il a comparée à une brûlure. Le lieu de la peau occupé pendant un certain temps par ce corps offrait une tache blanche qui est devenue rouge, et est restée bien visible plusieurs jours après l'expérience. Ce mercure, battu sur un tas d'acier et avec un marteau refroidi à — 17, s'est fortement aplati, a présenté une ductilité assez prononcée.

15. Les physiciens de l'école polytechnique ont voulu savoir encore quel était le rapport de capacité du mercure solide à celle du mercure liquide, et combien il absorbait de calorique pour se liquéfier ; ce qu'ils ont fait, autant que cela leur a été possible, en mêlant dans un charbon creux du mercure solide à 31 — o avec du mercure liquide à 8 + o. Le résultat de température qu'ils ont obtenu les a portés à conclure, sinon avec exactitude, au moins d'une manière rapprochée, que le mercure solide absorbait, pour se fondre,

une quantité de calorique qui, si elle était portée sur la même proportion de mercure coulant, éléverait sa température de près de soixante-neuf degrés, c'est-à-dire l'échaufferait jusqu'à près de 38 + o de Réaumur; qu'il était conséquemment beaucoup moins dilatable par une même dose de calorique dans son état solide que dans son état liquide.

16. Ce résultat, qui n'est encore rigoureux que dans sa généralité, est d'accord avec une propriété singulière qu'on a observée un grand nombre de fois dans le mercure : c'est que le mercure, au moment où il se gèle, se contracte subitement d'une quantité considérable ; ce qui est la cause de l'espèce de secousse ou de commotion qu'on éprouve en tenant les vases où se fait cette congélation. Ce phénomène a même trompé plusieurs observateurs, qui observant la solidification du mercure, ont jugé de l'abaissement de température à laquelle elle avait lieu, en prenant pour mesure de cet abaissement le point où ce métal était descendu dans le thermomètre au moment même de sa congélation ; point qui donne de plus que le produit de la congélation l'effet de son resserrement subit ou de sa contraction instantanée.

17. On a conclu de l'aplatissement que le mercure solidifié à 31 — o éprouve par la percussion du marteau, que ce métal jouissait d'un certain degré de ductilité, et c'est pour cela que je l'ai placé avec le zinc dans la troisième division des métaux dont le caractère est la demi-ductilité. Mais on sent bien que cette propriété est très-bornée, qu'elle a des limites très-étroites, qu'on ne peut même la déterminer qu'avec beaucoup de difficultés, et qu'on est encore loin de l'avoir convenablement appréciée. On n'a pas même pris la précaution, excepté dans la dernière expérience citée qui n'a pas cependant pu être portée assez loin, de se servir, pour éprouver la malléabilité du mercure, d'instrumens refroidis à la température basse, qui seule peut le maintenir dans son état solide : aussi a-t-il coulé promptement et presque dès

les premiers coups de marteau qu'on lui a donnés dans les premiers essais sur-tout ; car dans ceux de l'École polytechnique, le tas d'acier et le marteau ayant été refroidis à 17 — 0, la sphère de mercure solide a été battue de plusieurs coups sans se gercer, sans se fondre ; et ce n'est que dans l'état de globe aplati que le citoyen Pelletier l'a placé et tenu quelque temps dans le creux de sa main. On ne connaît donc ni la ténacité, ni la dureté, ni l'élasticité du mercure ; on sait seulement que ces propriétés y sont très-faibles.

18. On insistait beaucoup autrefois sur la sécheresse et la propriété non mouillante du mercure, et il est vrai que ce métal liquide ne s'attache à aucun des corps que l'eau, les huiles ou d'autres liqueurs mouillent. Mais comme cette propriété de mouiller dépend manifestement de l'attraction de surface que ces liquides exercent sur les corps, il est évident que le mercure ne les mouille pas ou ne s'attache point à leur surface en raison du peu d'attraction qu'il a pour elle : aussi mouille-t-il véritablement les substances avec lesquelles il peut s'unir, comme les métaux qu'il dissout, l'or, l'argent, l'étain, le plomb, etc. ; aussi ne peut-on en priver la surface de ceux-ci, à laquelle il adhère fortement, que par l'action du feu quand ils ne sont pas fusibles, ou par des actions chimiques employées alors à détruire la véritable combinaison qu'il a faite avec eux.

19. Comme métal toujours fondu, toujours liquide à la température de nos climats, le mercure affecte constamment la forme de globules parfaits lorsqu'on le divise. Quand il est renfermé dans un flacon de verre ou dans un tube de même matière, sa surface est convexe, ce qui dépend du peu d'attraction qu'il a pour les molécules du verre : en effet, si on le verse dans un vase ou dans un tube métallique auquel il puisse s'allier, au lieu de rester convexe, sa surface devient concave. Comme cette surface arrondie, courbe et convexe, peut faire naître quelques erreurs dans les observations baro-

métriques, sur-tout dans celles que l'on fait avec des tubes de calibre mince, dont l'élévation du mercure doit être la mesure exacte de la hauteur des lieux que l'on veut connaître, on a cherché à faire disparaître cette source d'illusions, en rendant la surface mercurielle plate. Cassebois y est parvenu en faisant bouillir long-temps le mercure dans les tubes barométriques; alors on l'avait sur-tout dans les tubes de gros calibre presque parfaitement horizontal. Il paraît que cette horizontalité est due à la séparation exacte de l'eau, qui adhère si fréquemment au mercure; car en y introduisant quelques gouttes de ce liquide, la convexité de la surface reparaît à l'instant même, quoique la petite quantité d'eau ajoutée ne soit pas visible.

20. On n'a point encore déterminé d'une manière très-exacte la dilatabilité du mercure par le feu; on sait qu'il est très-bon conducteur du calorique, que c'est pour cela qu'il paraît si froid lorsqu'on y plonge la main, parce qu'il enlève promptement et par un grand nombre de points à la fois le calorique de la peau; que c'est encore en raison de cette propriété conductrice qu'un fer rouge, plongé dans le mercure, y perd à l'instant même sa rougeur qu'il aurait conservée quelque temps dans l'air et même dans l'eau. Sa dilatation par le calorique est assez constante dans sa marche, et voilà pourquoi on l'emploie dans la construction des thermomètres. Quand il est pénétré d'une quantité de ce principe, qui n'a point encore été bien déterminée, mais qu'on estime à 140 degrés du thermomètre de Réaumur, le mercure bout, se réduit en vapeur et se volatilise. Si cette expérience est faite dans l'air, le mercure se condense d'abord en une fumée blanche qui peut nuire beaucoup aux animaux, et par laquelle j'ai vu un homme frappé d'asphixie et de paralysie. Si on la fait dans des vaisseaux fermés de manière à ce que la matière se fige et se liquéfie promptement, cela devient un moyen de distillation, dans laquelle le métal votatil se comporte comme

tout autre liquide distillé. Dans cette opération, souvent employée pour purifier le mercure, on a coutume d'adapter au bec de la cornue de fer ou de grès qu'on y emploie, un canal de linge dont l'extrémité plonge dans l'eau qui remplit le récipient. Par cet appareil, le mercure est promptement condensé en liquide, et recueilli tout entier sous l'eau, dont on le sépare ensuite en le frottant avec des papiers non collés, en le desséchant à un feu doux, en le passant à travers une peau, en le malaxant avec de la mie de pain, du son bien sec, et différens moyens desséchans de la même nature. C'est en raison de cette distillation facile du mercure que les chimistes l'ont regardé comme le plus volatil des métaux.

21. Dans sa réduction en vapeur par le moyen du feu et sa condensation successive, le mercure n'éprouve aucune altération, si les vaisseaux qui servent à cette opération ne contiennent pas beaucoup d'air, si l'appareil est bien clos, et si la vapeur du mercure est promptement condensée par le contact de l'eau froide. La distillation n'est qu'un simple changement physique d'état et de forme, opéré par le feu sur le mercure, et il ne lui arrive aucune altération chimique. Boerhaave a eu la patience de distiller du mercure 510 fois de suite; il ne lui est rien arrivé : seulement il a cru remarquer que ce métal était plus brillant, plus pesant et plus fluide qu'auparavant. A la vérité, il a obtenu dans cette pénible expérience un peu de poudre grise qui ne lui a paru que du mercure très-divisé, et qui n'avait besoin que d'être triturée dans un mortier pour redevenir du mercure brillant et coulant. On verra bientôt que c'était un peu d'oxide noir de ce métal.

22. Les alchimistes ont pensé que l'exposition du mercure à une haute température était un moyen de le fixer ou de lui enlever sa fusibilité et sa volatilité. Pour cela, plusieurs ont conseillé de l'enfermer dans des vaisseaux épais et d'une

grande résistance, et de le soumettre ainsi à l'action d'un feu violent plus ou moins long-temps continué : mais les essais qui ont été faits dans ce genre ont prouvé qu'il en est de ce corps comme de tous ceux qui sont très-expansibles et très-volatils, et que loin de pouvoir le fixer, le feu ne fait qu'en écarter les molécules, au point que, dans un grand état d'expansion, il brise avec violence tous les obstacles qui s'opposent à cet écartement. Hellot a rapporté à l'académie des sciences qu'un particulier ayant voulu fixer le mercure, en avait mis une certaine quantité dans une boule de fer très-bien soudée : on jeta cette boule au milieu d'un brasier ardent ; mais à peine fut-elle rouge, que le mercure brisa son enveloppe avec un grand bruit, et s'élança à perte de vue. Le même phénomène arriva chez Geoffroy l'apothicaire. Un alchimiste remplit une boule de fer renfermée dans plusieurs autres sphères, dont la dernière était serrée par deux bandes de fer très-fortes placées en croix, et la fit jeter dans un fourneau bien allumé pour la faire rougir. A une certaine époque, le mercure rompit ses liens avec un grand fracas ; les fragmens de fer furent lancés avec tant de force, que des cloisons furent percées et des murs pénétrés comme par des éclats de bombe. On fait la même expérience, sans un pareil danger, en enfermant du mercure dans de petites bouteilles de verre qu'on ferme à la lampe à leur extrémité : on jette ces bouteilles au milieu des charbons, dans un fourneau placé en plein air. Ces vaisseaux se brisent avec bruit, et le mercure, à l'expansion duquel rien ne résiste, saute en vapeur.

23. Le mercure est très-bon conducteur de l'électricité, et de la propriété animale connue sous le nom de galvanisme. C'est à sa propriété électrique qu'est due vraisemblablement la phosphorescence et la lumière assez éclatante qu'il exhale lorsqu'on l'agite dans le vide. Ce phénomène a été observé, pour la première fois en 1675 par Picard, géomètre français,

membre de l'académie des sciences de Paris. Ce physicien, en transportant, la nuit, dans un lieu obscur un baromètre qu'on conservait depuis plusieurs années à l'observatoire de Paris, observa que le mercure agité dans le tube jetait des étincelles lumineuses semblables à celles que lance le phosphore exposé à l'air. On répéta alors cette expérience sur plusieurs autres baromètres, et on n'en trouva qu'un, appartenant au célèbre Cassini, astronome, qui présenta le même phénomène. Il fut fait mention de cette propriété dans un Traité des thermomètres, des baromètres et des hygromètres, publié à Paris en 1686, et à Amsterdam en 1708. Les journaux du temps en parlèrent aussi ; mais vingt-cinq ans se passèrent avant qu'on en reprît l'examen. Le célèbre Bernoulli décrivit en 1719, dans un ouvrage, *ex professo*, *de mercurio lucente in vacuo*, la manière de faire des baromètres lumineux, et proposa une espèce de clepsydre formé par ce métal, coulant d'un tube dans un autre, et qui, pendant la nuit, devait indiquer l'heure, par la diminution progressive et proportionnelle de la colonne phosphorescente. S'Gravesande, Weidler, Hauksbée, Homberg, Leibnitz, en s'occupant de la même propriété, en firent des applications plus ou moins ingénieuses à des pluies lumineuses, à des ruisseaux éclairans, à des lampes perpétuelles, et comparèrent cette phosphorescence à celle de plusieurs autres matières. Bientôt les physiciens, en confirmant l'existence de cette propriété, s'apperçurent qu'elle n'était pas constante, qu'elle variait, qu'elle n'avait lieu que dans des temps chauds et secs, que lorsque le vide était parfait, le mercure bien pur, et qu'elle s'affaiblissait même peu à peu avec l'existence de toutes ces conditions. On a reconnu que cette phosphorescence était un phénomène électrique qui n'avait lieu que par le frottement du mercure contre les parois du tube, et que ce métal n'éprouvait par là aucune altération sensible.

24. On ne peut méconnaître une odeur et une saveur bien

marquées dans le mercure. Il suffit de le frotter quelque temps dans ses mains pour s'assurer de cette propriété. La peau en retient assez, et il est assez divisé sur cet organe pour que les nerfs olfactifs en soient très-sensiblement affectés. En le passant aussi sur la langue, on y trouve une espèce de saveur âcre, comme austère et métallique, qui, quoiqu'analogue à celle de plusieurs autres substances métalliques, a cependant un caractère particulier bien prononcé que l'habitude apprend à distinguer. C'est à cette saveur que plusieurs médecins attribuent la propriété bien avérée qu'a le mercure de tuer les petits insectes et les vers; c'est aussi à cela que plusieurs rapportent les effets de ce métal dans quelques affections cutanées, dont ils ont en même temps cru trouver et expliquer la cause dans des insectes microscopiques, quoique leur existence n'ait jamais été exactement prouvée ni admise par un grand nombre d'autres hommes de l'art.

C. *Histoire naturelle.*

25. Il n'y a encore que quatre états bien connus ou quatre espèces de mines bien déterminées du mercure dans l'intérieur de la terre : le premier est le mercure natif; le second, le mercure allié ou amalgamé; le troisième est le sulfure rouge de ce métal, et le quatrième le muriate de mercure. En général, les mines de mercure ne sont point en si grande quantité et en si grande masse dans la nature que celles de beaucoup d'autres métaux. C'est une grande richesse pour les pays où elles existent; l'Espagne, le Palatinat et le Frioul, ainsi que quelques contrées de l'Amérique sont les plus favorisées de la nature pour cette production qui est utile à un grand nombre d'arts.

26. Le mercure natif, qu'on nommait mercure vierge, est sous forme de globules liquides qu'on reconnaît très-facilement à leur brillant et à leur liquidité. Il se trouve communément

dans des terres ou des pierres tendres et friables, et souvent interposé entre les fentes et dans les cavités de ses propres mines, sur-tout de son sulfure. Il est rare qu'il soit parfaitement pur, et souvent il contient quelqu'autre métal auquel il est allié : mais quand il est bien coulant, on le regarde comme pur ou vraiment natif. A Ydria, en Espagne, et en Amérique, on le ramasse dans les cavités et les fentes des rochers, où il suinte de toutes parts. Il est coulant dans de l'argile à Almaden, et dans des lits de craie en Sicile. On le trouve aussi dans des mines d'argent, de plomb, et même mêlé à l'acide arsenieux, ou oxide d'arsenic blanc.

27. Le mercure, allié d'autres métaux, existe plus souvent dans la nature que le mercure natif, puisqu'il est rare que ce dernier soit entièrement pur, et qu'il ne contienne pas quelque métal étranger. L'amalgame la plus fréquente et la plus connue est une combinaison de mercure et d'argent. Elle est tantôt en lames ou couches superficielles étendues sur la surface de la gangue, tantôt en grains solides qui adhèrent à ses cavités qu'elles tapissent. La proportion de ces deux métaux composans varie beaucoup : souvent le mercure y est tellement abondant que l'amalgame est pâteuse ou demi-liquide. Bergman parle aussi d'amalgame native d'or et de bismuth. Quelques minéralogistes annoncent que l'amalgame d'argent se trouve cristallisée.

28. Le sulfure rouge de mercure, connu sous le nom barbare de *cinnabre*, est une mine d'une couleur variée dans sa nuance, depuis le rouge vif et brillant du vermillon jusqu'au brun semblable à certains oxides de fer ; sa pesanteur est assez considérable ; Muschenbroeck l'a estimée à 2.233 : M. Kirwan la détermine à 7.000. Tantôt il est en masses compactes, quelquefois lamelleuses, faisant partie de filons ; tantôt il est en petits cristaux indéterminés que M. Kirwan dit être des cubes, et d'autres des prismes triangulaires ou des pyramides, d'un rouge transparent de rubis ; on le trouve encore en

poudre, d'un rouge vif ou en efflorescence qu'on nomme alors *vermillon* natif, ou *fleurs de cinnabre*. Il n'a point naturellement d'éclat métallique ; cependant cet éclat se montre dans les fractures récentes ; il disparaît constamment pour faire place à la belle couleur rouge qui le caractérise lorsqu'on gratte la partie cassée. Le citoyen Haüy a trouvé que des morceaux bien lamelleux se divisaient avec beaucoup de netteté parallèlement aux pans d'un prisme hexaèdre régulier. Suivant le même minéralogiste, la cassure de cette mine est raboteuse dans le sens des bases des prismes dont je viens de parler. Il annonce au reste n'avoir point encore été à portée d'appliquer la théorie aux cristaux de cette espèce. On rencontre encore le sulfure de mercure mêlé avec des pierres ou des sables qui sont alors rouges et très-pesans.

29. La quatrième espèce de mine de ce métal est le muriate de mercure. On le nomme aussi *mercure corné*, ou mercure minéralisé par l'acide muriatique. C'est M. Woulfe, chimiste anglais, qui a découvert le premier cette mine à Obermuschel, aux Deux-Ponts ; elle est toujours mêlée d'un peu de sulfate de mercure. Ce sel natif est brillant, blanc, lamelleux ; quelquefois on le trouve jaune ou noirâtre, mêlé de sulfure de mercure. Le muriate de mercure y est à l'état suroxigéné.

30. A ces quatre espèces bien distinctes, plusieurs minéralogistes ont ajouté quelques autres mines de mercure, qui n'ont point cependant été généralement reconnues, ou qui appartiennent manifestement à d'autres métaux. Le citoyen Sage a décrit un oxide de mercure natif, venant d'Ydria, dans le Frioul, d'un rouge brun, fort doux, grenu dans sa cassure, mêlé de quelques globules de mercure coulant. Il assure que cette mine se réduit seule et sans addition en mercure coulant par l'action du feu. M. Kirwan la regarde comme du carbonate de mercure natif ; il contient 0.91 de mercure. Le baron de Born parle aussi d'un oxide de mercure natif, dans

son catalogue de minéralogie, du cabinet de mademoiselle de Raab. Cronstedt a cité dans sa Minéralogie une mine de mercure dans laquelle ce métal est uni au soufre et au cuivre ; elle est, d'après sa description, d'un gris noirâtre, fragile et très-pesante ; sa fracture est vitreuse ; elle décrépite au feu ; elle se trouve à Muschel-Landsberg. Le citoyen Monnet a indiqué, dans son Système de mineralogie, une mine apportée en 1768 du Dauphiné par Montigny, où il dit avoir trouvé tout à la fois du mercure, du soufre, de l'arsenic, du cobalt, du fer et de l'argent. Mais comme ce n'est qu'un mélange gris et friable, où il n'y a que $\frac{1}{100}$ de mercure, et $\frac{1}{300}$ d'argent, il est évident qu'on ne doit pas le rapporter aux mines de mercure. Enfin le baron de Born a parlé encore d'un sulfure de mercure alcalin ; mais les minéralogistes modernes en regardent avec raison l'existence comme très-douteuse. Parmi ces quatre dernières mines, il est évident qu'il ne faudrait ajouter à celles que j'ai indiquées comme constantes, bien distinctes et bien prononcées, que le carbonate de mercure ou l'oxide natif, si son existence était bien constatée ; car celle de Cronstedt n'est qu'une pyrite cuivreuse ou un sulfure de cuivre, tenant du mercure, vraisemblablement disséminé et non combiné.

D. *Docimasie et métallurgie.*

31. Avant Bergman, l'essai des mines de mercure, et spécialement du sulfure natif de ce métal, car on ne faisait guère d'attention qu'à celui-ci, était une opération, ou fort incomplète, ou très-superficielle. Pour connaître une mine qui contenait du mercure, on la mêlait en poudre avec de la chaux ou de l'alcali ; on jetait ce mélange sur une brique chaude qu'à l'instant même on recouvrait d'une cloche, dans laquelle le mercure se volatilisait et se condensait en s'attachant en gouttelettes sur ses parois. Quand cet essai, qui était souvent suffisant pour engager à un travail en grand, à cause du prix de

ce métal, ne suffisait pas, et quand on voulait apprécier ce que cette mine contenait ou pouvait donner de mercure, on la distillait avec des matières capables de retenir le soufre et d'en dégager le mercure, telles que la chaux, les alcalis, le fer. On mettait de l'eau dans le récipient, on attachait un linge au bec de la cornue de grès dont on se servait, et après l'opération on pesait le mercure obtenu, et l'on déterminait aussi la diminution de poids de ce qui restait dans la cornue.

32. A ces procédés défectueux, Bergman a proposé de substituer de véritables procédés analytiques, dans sa Dissertation sur la docimasie humide. Le mercure natif est si souvent allié de quelques métaux étrangers, qu'il est utile d'en déterminer la proportion; pour cela il propose de le dissoudre complétement dans l'acide nitrique. S'il contient de l'or, celui-ci reste en poudre au fond de la dissolution; si c'est du bismuth, on le précipite par l'eau, qui ne sépare point l'oxide de mercure. On découvre l'argent en précipitant la dissolution par le muriate de soude; le muriate d'argent et celui de mercure se déposent ensemble, mais le dernier se dissout dans l'eau beaucoup plus facilement que le premier, et on les sépare à l'aide de ce procédé simple. On pourrait le faire encore mieux par l'acide muriatique oxigéné, qui dissoudrait le muriate de mercure sans toucher au muriate d'argent. Les procédés docimastiques sont les mêmes pour les amalgames natives.

33. Le sulfure rouge de mercure est plus difficile à traiter par les acides qui ne l'attaquent que très-difficilement. Cependant il est décomposé en le faisant bouillir légèrement avec huit fois son poids d'un mélange de trois parties d'acide nitrique et d'une partie d'acide muriatique; la partie métallique est dissoute et le soufre reste en poudre jaunâtre. Je propose de substituer l'acide muriatique oxigéné à cet acide mixte. Bergman avait déja conseillé de traiter ce sulfure par l'acide muriatique et l'oxide de manganèse; mais le mélange de ce

dernier rendant le soufre très-difficile à séparer, je préfère l'action immédiate de l'acide muriatique oxigéné. On trouve par là que 100 parties de sulfure rouge de mercure contiennent 0.80 de métal et 0.20 de soufre. Le mercure, dans cette combinaison naturelle, est manifestement à l'état d'oxide, et ce composé mériterait mieux le nom d'oxide de mercure sulfuré, que celui de sulfure de mercure.

34. Quant aux muriate et sulfate natifs de mercure, Bergman prescrit de les traiter par l'acide muriatique, qui s'empare de l'oxide de mercure uni à la portion d'acide sulfurique et réduit ainsi toute la masse à l'état de muriate de mercure: on précipite la liqueur surnageante par le muriate de barite, qui donne le poids de l'acide sulfurique contenu dans le sel natif, au moyen du sulfate de barite précipité, et conséquemment celui du muriate de mercure qui y était mêlé primitivement.

35. A ces procédés docimastiques, je dois ajouter les moyens de reconnaître la pureté du mercure, et ceux de se le procurer très-pur. La cupidité altère souvent ce métal, qui est d'un prix toujours plus ou moins élevé dans le commerce. C'est par l'addition du plomb et du bismuth, dont les amalgames, solides séparément, ont la propriété de prendre beaucoup de liquidité lorsqu'on les mêle, qu'on sophistique le plus ordinairement le mercure très-peu changé par là dans sa liquéfaction.

Plusieurs auteurs ont assuré qu'il pouvait en contenir un quart de son poids, sans qu'il y paraisse bien sensiblement à sa liquidité. On juge que le mercure est impur, suivant la réunion de tous les signes donnés par les auteurs, par sa couleur variée et terne, les impuretés, la crasse dont il est couvert; par celles qu'il laisse sur les vaisseaux vernissés blancs, à la surface desquels on le promène; par la couleur noire dont il salit les mains ou les corps blancs sur lesquels on le frotte; parce qu'il ne se divise pas facilement en globules arrondis, mais semble s'aplatir, se rider, adhérer aux vases lorsqu'on le fait cou-

ler, se hérisser sur ses bords, faire, comme on dit, la queue; par les globules qui ne se réunissent pas promptement dans leur contact; par la quantité de poudre noire et grise et de molécules étrangères à sa natnre qui restent sur la peau, à travers laquelle on le fait passer; par la poussière noire qu'il donne lorsqu'on l'agite avec l'eau; parce qu'il ne s'évapore pas promptement et tout entier au feu; parce qu'il laisse une trace tachée sur les corps dans lesquels on l'a chauffé; parce qu'il donne des dissolutions colorées dans les acides; parce qu'enfin en en faisant chauffer une petite portion dans une cuiller de fer neuve, il y dépose, en se volatilisant, une croûte sale et fixe, formée par les matières étrangères qu'il contenait.

36. J'observerai sur tous ces signes ou caractères de l'impureté du mercure qui viennent d'être énoncés, que celui de tous qui est le plus sûr et sur lequel on doit compter davantage, c'est la distillation de ce métal dans une cornue de grès, et l'examen du résidu qu'il laisse: encore n'est-ce-là qu'un moyen préparatoire et qui met sur la voie d'un essai plus exact, en annonçant si le mercure qu'on examine contient une quantité notable de corps étrangers; car on a remarqué que le mercure, en se volatilisant, entraînait avec lui une portion des métaux fixes qui l'altéraient. Aussi, pour connaître avec précision la pureté du mercure, n'y a-t-il pas de meilleur moyen que de le dissoudre à froid dans l'acide nitrique en excès; la dissolution se trouble par l'eau, si elle contient du bismuth, et le poids de ce précipité donne celui de ce métal: ensuite on la précipite entièrement par l'acide muriatique; et si le précipité est mélangé de muriate de mercure et de muriate de plomb, le premier étant volatil, et le second fixe et fusible, on le chauffe dans une cornue de verre, et on juge, par la proportion comparée de sublimé et de résidu que l'on obtient, du mélange que l'on avait. J'ajouterai, à cette occasion, que depuis que de grandes quantités de mercure sont nécessaires dans les laboratoires pour les

expériences des gaz, j'ai eu de fréquentes occasions d'examiner ce métal pour n'être pas trompé dans l'achat, et que je n'y ai jamais trouvé plus de quatre ou de cinq centièmes de corps étrangers ; que je me suis convaincu que souvent le mercure était sale, couvert de poussière, terne, coulant mal, et faisant la queue même très-fortement, sans qu'il contînt pour cela une quantité notable de métaux à vil prix, et que presque toujours cela dépendait d'un commencement d'oxidation, ou même de l'humidité contractée par le mercure.

37. Dans la crainte d'employer du mercure impur pour les usages importans auxquels ce métal est consacré, soit en médecine, soit en physique et en chimie, soit dans plusieurs arts, on a toujours conseillé de l'extraire soi-même du sulfure de mercure : c'est ce qu'on a nommé *mercure revivifié* ou *ressuscité du cinnabre*, expression qui rend assez bien l'état oxidé du mercure dans sa mine. On fait ordinairement cette opération dans les laboratoires de chimie et de pharmacie, en distillant dans une cornue de fer ou de grès un mélange de fer et d'oxide de mercure sulfuré natif ou artificiel ; car, comme on le verra plus bas, ce composé artificiel est bien plus fréquent dans le commerce : le fer est ajouté, à la quantité d'une demi-partie sur une partie de *cinnabre*, et bien mêlé en limaille fine avec ce composé mercuriel, par une exacte trituration. La distillation est faite avec les précautions déja indiquées ; on lie au bec de la cornue un morceau de linge qui forme un canal et plonge dans l'eau dont le récipient est à moitié rempli. Le fer qui a plus d'attraction pour l'oxigène et pour le soufre que n'en a le mercure, désoxide et désulfure le métal, qui monte en vapeur, et se condense dans l'eau ; il reste dans la cornue un sulfure de fer où ce métal est un peu oxidé. Le mercure ainsi obtenu, séché et passé à la peau, est très-pur et très-brillant.

38. C'est par des procédés analogues à celui qui vient d'être décrit, qu'on extrait en grand le mercure de ses mines. Celui

qui est coulant et disséminé en globules entre les pierres est recueilli facilement, en les délayant dans l'eau après les avoir broyées; le métal se précipite, et l'eau entraîne en s'écoulant les molécules terreuses. C'est ainsi qu'on retire le mercure natif et liquide dans le Frioul à Ydria. Quant au cinnabre ou sulfure de mercure naturel, on observera d'abord qu'on ne peut pas le griller, soit pour l'attendrir, soit pour en séparer le soufre au moins en partie, parce que le sulfure se dissiperait par l'action du feu. Comme la nature le présente presque toujours mélangé avec une substance calcaire ou ferrugineuse, l'une et l'autre de ces gangues deviennent des espèces d'intermèdes très-propres à décomposer le sulfure, à en absorber le soufre, à en désoxider le métal, et à favoriser conséquemment sa volatilisation par la chaleur.

39. Les procédés de cette extraction du mercure, toujours fondés sur la distillation, varient suivant les lieux où on les pratique. Antoine Jussieu a décrit, dans les Mémoires de l'académie des sciences pour 1719, le travail qu'on fait à Almaden en Espagne pour obtenir ce métal. Il a observé d'abord que les mines de ce pays ne donnent aucune exhalaison funeste aux végétaux, que les environs et le sol situé au-dessus d'elles sont très-fertiles, que leur exploitation n'a aucun danger pour les ouvriers, qu'il n'y a que les forçats occupés dans l'intérieur qui soient attaqués de maladies graves, en raison du mercure volatilisé par les feux qu'ils sont obligés d'y allumer. La mine d'Almaden contient, suivant cet auteur, du fer et un peu de carbonate de chaux. On l'introduit dans des espèces de fourneaux de réverbère qu'on chauffe dans le cendrier. Ce fourneau n'a d'ouvertures que huit trous pratiqués à sa partie postérieure; à chacun de ces trous est adaptée une file d'aludels de terre dont le dernier aboutit à un petit bâtiment assez éloigné du fourneau. Entre les deux extrémités de l'appareil, le fourneau et le bâtiment, est pratiquée une petite terrasse formée de deux plans inclinés

qui soutiennent les aludels ; lorsque quelque jointure mal lutée de ceux-ci laisse échapper du mercure, ses globules se réunissent dans la jonction des plans inclinés de cette terrasse. Le feu appliqué au sulfure de mercure opère sa décomposition par la chaux et le fer, qui absorbent le soufre et l'oxigène. Le mercure réduit en vapeur s'arrête en partie, passe dans les aludels, et s'écoule en partie par la pente douce qu'ils ont jusque dans le petit bâtiment. Quand l'opération est finie, et l'ensemble de l'appareil refroidi, on transporte tous les aludels dans la chambre de ce bâtiment pour les vider, et réunir le mercure qu'ils contiennent dans une fosse placée au milieu de cette chambre, vers laquelle il se sublime de toutes parts. On envoie ensuite ce mercure dans des peaux et dans des tonneaux qui en contiennent plusieurs quintaux, et qu'on nomme *bouillons* dans le commerce.

4o. On trouve dans les Mémoires de la même académie pour 1776, une description du procédé suivi dans le Palatinat pour l'extraction du mercure, par le citoyen Sage. On a, dans ce lieu, une galère chargée de quarante-huit cornues de fonte, dont l'épaisseur est d'un pouce, la longueur de plus d'un mètre, et qui contiennent environ vingt-neuf kilogrammes (soixante livres) de matières. Ces cornues sont fixées à demeure sur le fourneau qui les supporte. On y introduit, à l'aide d'une cuiller de fer, un mélange de trois parties de la mine bien bocardée et d'une partie de chaux éteinte ; on chauffe avec du charbon de terre que l'on met par les deux extrémités du fourneau, dont les côtés sont percés de plusieurs ouvertures qui établissent des courans, et font brûler le charbon. Le mercure se sépare et se volatilise à l'aide de la réaction de la chaux sur le soufre ; on le recueille dans des récipiens de terre adaptés aux cornues, et remplis d'eau jusqu'au tiers de leur capacité. Cette opération dure dix à onze heures. On voit que, fondée sur les

mêmes principes que la précédente, elle n'en diffère que par la forme des appareils.

E. *Oxidabilité par l'air.*

41. On ne croyait point autrefois que le mercure fût susceptible de brûler, et on le regardait comme inaltérable. C'est en examinant avec soin cette propriété, que la chimie moderne a fait ses premières et ses plus précieuses découvertes, et c'est de celles-ci qu'est née la doctrine pneumatique. Non seulement le mercure est oxidable comme tous les métaux, mais encore il a deux manières de brûler, deux genres de combustion, comme la plupart des substances métalliques : l'une est la combustion légère et imparfaite qui a lieu à une très-basse température ; l'autre est la combustion complète et forte qui ne s'opère qu'à une température très-élevée. La première n'a été long-temps regardée que comme une division du mercure ; elle a été très-bien décrite sous ce dernier point de vue par Boerhaave. Il a changé par elle, sans en connaître la cause, du mercure en une poudre noire qu'il a nommée *éthiops per se*, et dont il a connu, soit la réductibilité par la chaleur, soit la diminution de poids pendant sa réduction. L'autre, qui a été regardée par les alchimistes comme une espèce de fixation ou de précipitation du mercure, n'a lieu qu'à la température de son ébullition, le convertit en une poussière rouge qu'ils avaient nommée *mercure précipité per se*. Il faut connaître chacune d'elles en détail.

42. L'oxidation légère du mercure a lieu à une très-basse température, et toutes les fois qu'on agite ce métal en contact avec l'air. Aristote la connaissait déja lorsque, dans son livre IV (*Météorologie comm.*, chap. XVIII), il dit qu'en mêlant long-temps le mercure avec la salive on en forme un remède utile dans quelques maladies de la peau. Soit

qu'on frotte le mercure avec la main, soit qu'il soit souvent agité dans l'air, soit que, comme l'a fait Boerhaave, on le fasse secouer sans cesse dans une bouteille attachée à l'axe d'un moulin, soit qu'on triture le mercure avec des liquides quelconques, pourvu qu'ils soient épais, visqueux, et surtout susceptibles d'attirer l'oxigène atmosphérique; dans tous ces cas on convertit le mercure en oxide noir, d'une saveur âcre et comme cuivreuse, qui repasse à l'état de mercure coulant par l'action du feu et même de la lumière, qui contient environ le vingt-sixième de son poids d'oxigène, et qui est un véritable oxide noir de ce métal. On ne peut pas frotter du mercure sur un corps blanc et entre ses doigts sans en oxider ainsi une portion; et dans toutes les opérations si multipliées par Plenck, où ce métal s'éteint dans des mélanges liquides, visqueux, ou dans des solides quelconques, c'est-à-dire, où il perd sa forme de globule pour prendre celle de poussière noire à l'aide du mouvement et de la division en contact avec l'air, il s'oxide également. La surface du mercure même tranquille, tenue long-temps dans l'air, finit par se couvrir d'une pellicule terne, qui n'est que cette espèce d'oxide. Bernoulli a même observé qu'en laissant tomber, de trente et même de quinze centimètres de haut, un globule de mercure sur une masse de ce métal très-brillant et très-pur, il se formait une tache dans le lieu de sa chûte: et quoiqu'il l'ait attribuée aux impuretés que le globule absorbait dans l'air, il est évident qu'elle n'est due qu'au commencement d'oxidation qu'elle éprouve. On la produit même cette oxidation en noir en agitant du mercure dans de l'eau aérée. C'est elle dont on remarque l'effet dans la poussière noire qui forme souvent au haut des baromètres anciens, et qui contiennent un peu d'air. On voit enfin lorsqu'on observe avec attention toutes les circonstances où le mercure s'oxide par quelque procédé que ce soit, qu'il passe toujours par cet état d'oxide noir avant d'arriver à une oxidation plus com-

plète. En un mot, cet état d'oxide noir est constamment le premier terme de l'oxidation de ce métal, et l'on observe également qu'il y repasse immédiatement avant de prendre la forme métallique dans tous les cas de désoxidation dont j'aurai bientôt occasion de parler plusieurs fois.

43. L'oxidation forte ou complète du mercure est une opération que les alchimistes ont pratiquée depuis long-temps, comme je l'ai déja dit, et pour laquelle ils ont imaginé des appareils plus ou moins compliqués, absolument abandonnés aujourd'hui. Boyle, qui n'en connaissait pas la théorie, quoiqu'il se soit tant occupé des effets de l'air, avait imaginé, pour ce procédé, un flacon plat, qu'il fermait avec un bouchon alongé, cylindrique, percé d'un très-petit canal dans son milieu, et qu'on a nommé *Enfer de Boyle*, parce qu'on disait qu'on y faisait subir une véritable torture au métal. Boerhaave, dans les distillations multipliées qu'il avait faites de ce métal, avait observé qu'il obtenait à chaque fois une certaine quantité d'une poussière rouge, très-brillante, très-âcre et très-énergique, au point de porter, suivant son expression, un grand trouble dans l'économie animale. Il avait aussi découvert que cette poussière rouge était réductible en mercure par l'action du feu ; que le métal, en changeant ainsi de forme, acquérait de la fixité : mais il croyait que la cause de ce changement, qu'il n'admettait que dans la forme, provenait du feu et passait à travers les vaisseaux. Il s'est contenté de combattre à cet égard la prétention des alchimistes, et d'assurer que le mercure ne devenait, dans ce cas, ni or ni argent. L'oxidation complète du mercure en rouge a été pendant long-temps une opération longue et très-embarrassante dans les laboratoires de chimie ; il fallait autrefois employer plusieurs mois entiers pour obtenir quelques portions de cet oxide : aujourd'hui l'on réussit beaucoup plus facilement par un appareil fort simple. Comme c'est la volatilité du mercure qui s'oppose à sa combustion entière,

parce qu'elle ne peut avoir lieu qu'en le portant à la température qui le fait bouillir, on a imaginé de lui donner un contact suffisant avec l'air, pour qu'il puisse absorber l'oxigène qui est nécessaire à son oxidation, sans lui offrir une ouverture assez grande pour qu'il lui soit permis de se dissiper dans l'atmosphère. Pour cela on prend des matras à fond plat, dans lesquels on introduit du mercure bien pur, assez pour en recouvrir absolument toute la surface inférieure d'une couche de deux ou trois centimètres de hauteur. On tire ensuite le col de ces vaisseaux à la lampe jusqu'à le réduire à un tube presque capillaire; on en casse l'extrémité pour ouvrir une légère communication avec l'air. On place les matras sur un bain de sable; on les y plonge jusqu'à l'endroit où s'élève le mercure; on donne le feu assez fort pour faire bouillir doucement le mercure et on l'entretient continuellement dans cet état. Le métal s'élève en vapeurs, mais il retombe sur lui-même, excepté la petite portion qui adhère aux parois du matras. Au bout de quelques heures la surface du mercure prend une couleur manifestement noire par le commencement d'oxidation qu'il éprouve; après quelques jours d'un feu continuel, on voit à sa surface des molécules rouges qui vont peu à peu en augmentant, et qui la recouvrent enfin entièrement : le mouvement d'ébullition les tient écartées, les rejette sur les bords, où elles s'accumulent, parce qu'elles se forment sans interruption. Quand le mouvement n'est pas trop fort, plusieurs molécules d'oxide rouge se rassemblent et forment des cristaux transparens de la couleur du rubis, qui paraissent être octaèdres ou en pyramides quadrangulaires alongées. On peut convertir presque tout le mercure introduit dans le métal en oxide rouge, en continuant plusieurs mois de suite l'opération. On s'en procure assez abondamment en plaçant un grand nombre de ces petits matras sur un large bain de sable; l'opération va beaucoup plus vîte, et les cristaux d'oxide sont

beaucoup mieux prononcés et beaucoup plus brillans quand on fait passer dans les matras du gaz oxigène pur extrait du muriate suroxigéné de potasse.

44. L'oxide de mercure rouge ainsi obtenu contient à peu près un dixième de son poids d'oxigène, suivant les recherches de Lavoisier. Non seulement il est âcre, très-purgatif, très-émétique, comme le disait Boerhaave, il est encore caustique et rongeant; c'est un remède si violent qu'on doit le compter au nombre des poisons. Si on le chauffe dans des vaisseaux ouverts, il se sublime en un corps transparent vitriforme, du plus beau rouge de rubis. En le chauffant doucement, et en l'agitant sans cesse à l'air, il devient brun et à peu près de la couleur du tabac. Chauffé fortement dans des vaisseaux fermés à l'appareil pneumatochimique, il donne du gaz oxigène pur et se réduit. C'est par cette expérience que M. Priestley a fait en 1774 la découverte si illustre et si utile de ce gaz; et c'est sur l'examen de cette réduction, comparée à l'expérience inverse de la décomposition de l'air, de son altération et de son absorption partielle par les métaux qui augmentent à mesure de poids, que Lavoisier a jeté les premiers fondemens de la doctrine pneumatique. C'est donc un oxide d'un grand intérêt pour les chimistes, puisqu'il a été la source d'une des plus magnifiques découvertes et d'une des plus importantes vérités dont notre âge puisse s'illustrer. Toutes les fois qu'on observe avec soin les phénomènes de sa réduction, faite avec précaution, on le voit brunir à mesure qu'il donne son oxigène en gaz; et il reste souvent quelques parcelles d'oxide noir dans la cornue qui a servi à cette opération : le seul contact de la lumière du soleil, long-temps continué, suffit pour en opérer ou au moins pour en commencer la réduction; il repasse au brun, à l'orangé et au jaune par ce contact.

45. On a une nouvelle et forte preuve, et de la diversité des deux oxide noir et rouge qu'on obtient par la combus-

tion immédiate du mercure, et de l'attraction de la première portion de ce principe plus forte que celle de la seconde, dans l'abandon de cette dernière portion, de celle qui fait passer l'oxide du noir au rouge; abandon que cet oxide, dans le dernier état, fait au mercure coulant lorsqu'on le triture avec lui. J'ai découvert que, par cette trituration, le mercure coulant perd bientôt son brillant, son état métallique; sa liquidité s'éteint suivant l'expression commune, et, en faisant passer l'oxide rouge au brun et au noirâtre, annonce qu'il partage avec lui la portion d'oxigène dont je parle. On verra d'ailleurs, par plusieurs faits qui seront énoncés plus bas, que, dans l'oxide de ce métal, l'oxigène n'est que peu solide, n'y a perdu qu'une petite quantité de son dissolvant calorique; que c'est pour cela qu'il est si long à se faire, si prompt à se décomposer et à céder son oxigène; qu'il y adhère si peu, qu'il se laisse enlever ce principe par une foule d'autres corps combustibles, et qu'il enflamme si facilement et si fortement plusieurs de ceux-ci, notamment quelques métaux, le zinc, l'étain, etc.

F. *Union avec les corps combustibles.*

46. Le mercure ne contracte point d'union avec l'azote, l'hidrogène et le carbone: il n'y a ni azoture, ni hidrure, ni carbure de mercure connus; mais les deux derniers corps combustibles agissent sensiblement sur son oxide rouge. L'hidrogène, tenu en contact avec cet oxide à froid pendant longtemps, le colore peu à peu, et le fait passer à l'état d'oxide noir. Cette expérience réussit beaucoup plus vîte à chaud. Si on fait passer du gaz hidrogène à travers un tube qui contienne de l'oxide rouge de mercure chauffé au point de commencer à rougir, il y a détonation: le mercure passe à l'état métallique, il reste quelque trace d'oxide noir dans le tube, et l'eau produite se dégage. Cette détonation prouve que l'oxigène qui

sature le mercure n'y est pas très-solide, et retient une grande partie de son premier dissolvant calorique, qui se sépare dans son union avec l'hidrogène.

47. Le carbone ne réduit l'oxide de mercure qu'à l'aide de la chaleur. Cette opération, qui fournit du gaz acide carbonique et du mercure coulant, est une de celles qu'on doit répéter avec le plus de soin dans les expériences de démonstration, parce que c'est une de celles qui prouvent le plus positivement et tout à la fois l'existence de l'oxigène dans les oxides métalliques, la proportion, la nature de l'acide carbonique, et la quantité respective de ce principe et de carbone qui entrent dans la composition de l'acide gazeux produit. On peut la faire, par un calcul simple, d'une manière assez exacte pour qu'il ne reste point de carbone, et que tout le mélange soit changé en mercure coulant pur et en gaz acide carbonique.

48. Le phosphore ne s'unit que très-difficilement au mercure, et par des moyens particuliers seulement.

A. Pelletier ayant exposé sur un bain de sable, pendant près de trois mois, un petit matras à moitié plein d'eau, au fond duquel il avoit mis parties égales de mercure et de phosphore, qui restait toujours fondu à l'aide de la température du bain, et qu'il agitait de temps en temps, ces deux corps n'ont contracté aucune union, et sont restés séparés. Le dessous du phosphore concret qui posait sur le mercure, devenu brillant et argenté par l'adhérence de ce métal à sa surface, annonçait cependant une attraction entre ces deux corps, et Pelletier a cru devoir tenter la combinaison par d'autres procédés.

B. Ayant mis dans une petite cornue parties égales de phosphore et de mercure, il a distillé jusqu'à faire passer un peu de phosphore ; il a ensuite laissé refroidir l'appareil. La cornue cassée lui a fait voir le mercure et le phosphore séparés sans aucune combinaison.

C. Parties égales de phosphore et d'oxide rouge de mercure (environ huit grammes de chacun dans toutes ces expériences), recouvertes d'un peu d'eau dans un matras, ont été exposées à la chaleur d'un bain de sable, et agitées de temps en temps; l'oxide est bientôt devenu noirâtre, et s'est uni au phosphore; l'eau retenait de l'acide phosphorique. Pelletier regarde la poudre noire comme du mercure divisé, et croit cette division nécessaire pour la phosphoration : il serait très-possible que ce métal se fût phosphoré dans son état d'oxide noir.

D. Le phosphure de mercure ainsi formé se ramollit dans l'eau bouillante, et devient consistant par le froid; tenu dans l'eau bien chaude, après l'avoir enfermé dans une peau de chamois et foiblement exprimé, il en est sorti un peu de phosphore transparent. Ce qui restait dans le nouet était le phosphure mercuriel solide noir, se laissant couper au couteau, contenant des globules de mercure non combinés dans son intérieur. Chauffé dans un appareil distillatoire, il se décompose, et donne du phosphore et du mercure séparés. Exposé à un air sec, il répand des vapeurs blanches qui ont l'odeur du phosphore. Il n'y a donc pas une liaison bien intime entre le mercure et le phosphore.

49. Le mercure s'unit très-aisément au soufre, soit par la simple trituration à froid, soit par l'action du feu. En triturant ce métal liquide avec deux parties de soufre, on voit bientôt le mercure disparaître, s'éteindre, prendre et donner au soufre une couleur noire; c'est pour cela qu'on avait nommé autrefois cette préparation *éthiops minéral.*

La seule inspection de l'expérience suffit pour faire voir que dans cette opération le mercure s'oxide en noir, et qu'il en est de sa combinaison avec le soufre, comme de celle avec le phosphore dont on vient de parler; c'est-à-dire qu'il ne s'y unit qu'en oxide noir. Lorsque le mercure a entièrement perdu sa forme et son brillant métallique; lorsqu'il est tout changé en une poudre noire égale et homogène, qui noircit de plus

en plus par le contact de l'air, l'opération est faite ; le sulfure de mercure noir est préparé. Pour prouver que dans cette trituration il y a plus qu'un simple mélange, que le soufre se combine réellement ou adhère au mercure, les chimistes ont fait remarquer qu'on ne pouvait en effet les séparer que par des moyens chimiques et à l'aide de l'attraction de plusieurs autres corps. Malgré ce commencement de combinaison, avec une forte loupe on apperçoit des globules de mercure oblongs dans le sulfure noir fait à froid et par la seule trituration : il blanchit l'or lorsqu'on le frotte dessus ; il répand une odeur fétide, et donne une pellicule noire lorsqu'on le traite par les alcalis liquides ; il contient plus de soufre que le suivant, et les deux corps qui le constituent y sont moins adhérens, moins étroitement unis.

5o. En jetant du mercure très-divisé, en le pressant et le faisant tomber en pluie par la peau de chamois dans du soufre fondu à parties égales, et en agitant le mélange, l'oxidation du mercure en noir, son union avec le soufre, qui prend la même nuance, ont lieu très-promptement. Il faut remuer sans interruption, retirer le mélange du feu quand le mercure a presque entièrement disparu, continuer à l'agiter hors du feu, jusqu'à ce que, par le refroidissement et le mouvement, le tout se convertisse en petits grumeaux qu'on réduit en poussière fine dans un mortier, qu'on passe à travers un tamis fin, et qu'on conserve sous le nom de *sulfure noir par le feu*, ou *d'éthiops minéral* par la fonte. Tous les chimistes se sont réunis pour dire que dans ce sulfure le soufre et le mercure étaient plus intimement unis que dans celui qui est fait à froid. Wallerius lui donnait pour caractères distinctifs de ceux du premier, de ne point blanchir l'or, de contenir moins de soufre, de ne point offrir de globules de mercure aussi visibles à la loupe, mais des parties brillantes et rayonnées comme une mine sulfureuse, de ne point donner de pellicules et de répandre une odeur beaucoup moins forte par l'action des lessives alcalines. On observe

encore en la préparant, que cette combinaison faite par le feu est très-susceptible de s'enflammer, et quand cela arrive, on l'éteint pour conserver son sulfure noir ; car sans cela il passerait au violet, et prendrait déja le caractère du sulfure rouge.

51. On forme également un sulfure de mercure noir en triturant de l'oxide de mercure rouge avec du soufre pendant quelque temps. Il faut prendre garde de trop chauffer ce mélange quand on veut l'aider par l'action du feu ; car il est susceptible de détonation, suivant les expériences de Bayen, qui a fait fulminer tous les oxides de mercure, à la vérité par une petite proportion de soufre et en les chauffant vivement. La même combinaison en sulfure noir a lieu lorsqu'on agite du mercure avec de l'eau chargée de gaz hidrogène sulfuré, comme je l'ai découvert dans l'analyse de l'eau de Montmorency, en traitant l'oxide de mercure rouge, ou en précipitant ses dissolutions acides par la même eau ou par les hidrosulfures alcalins. On voit donc que, soit que l'on prenne le mercure coulant, soit que l'on traite les oxides de mercure les plus complets avec du soufre divisé, ce métal passe toujours à l'état d'oxide noir pour se combiner avec le soufre. Dans le premier cas, il absorbe de l'air environ le vingtième de son poids d'oxigène, dont il a besoin pour s'oxider en noir ; dans le second, il perd au contraire la quantité de ce principe, excédente au vingtième de son poids seulement, dont il a besoin pour s'unir au soufre : d'où je conclus que l'*éthiops minéral* des anciens chimistes est vraiment de *l'oxide de mercure noir sulfuré*.

52. La rapidité avec laquelle le mercure coulant s'oxide et absorbe le vingtième de son poids d'oxigène au moment où on le combine avec le soufre, prouve que dans cette combinaison son attraction pour le principe de la combustion augmente ; il ne reste pas même à ce premier état d'oxidation, lorsqu'on élève la température de l'oxide de mercure sulfuré noir. En chauffant ce composé dans un vaisseau ouvert, le soufre qui

y est très-divisé, et qui est aussi très-disposé à brûler, s'enflamme et se réduit bientôt en vapeur acide sulfureuse ; le mercure éprouve en même temps une plus forte oxidation, et après avoir perdu la plus grande partie de son soufre, de manière même à n'en retenir, à ce qu'il paraît, qu'un huitième ou même un dixième de son poids, il passe à l'état d'une poudre violette très-foncée, après que la combustion de la plus abondante portion du soufre contenu dans l'oxide de mercure noir sulfuré a cessé. Si dans cet état de poudre violette on chauffe ce composé ainsi modifié dans un matras à un grand feu, il se sublime en un pain rouge bien foncé, brillant, cristallin et aiguillé, qu'on nommait dans l'ancienne nomenclature *cinnabre artificiel*, parce qu'il imite assez bien celui de la nature, et que je désigne par le nom d'*oxide de mercure sulfuré rouge*. Les auteurs de procédés chimiques varient entre eux sur la manière de préparer ce composé. Celle qui réussit le mieux et qui donne le plus beau produit, a été décrite par Vogel. On unit sept parties de mercure, qu'on fait passer à travers une peau de chamois, à une partie de soufre fondu dans un vase de terre, en agitant beaucoup le mélange, jusqu'à ce qu'il soit complétement réduit en oxide sulfuré noir. On met ce sulfure dans une phiole à médecine, ou plutôt dans un matras qu'on place dans un creuset garni de sable, lequel est chauffé graduellement dans un fourneau, jusqu'à lui faire éprouver un assez violent coup de feu, et jusqu'à ce qu'on s'apperçoive que la matière est sublimée au haut du vase de verre. On ôte alors celui-ci du creuset ; on le brise et on trouve une masse aiguillée rouge, d'une couleur d'autant plus brillante et plus belle que le feu a été plus fort, et que le mercure y retient moins de soufre. Il est inutile de rectifier cet oxide de mercure sulfuré rouge, et sur-tout de répéter cette longue, difficile et coûteuse opération, six à sept fois de suite, comme le recommandent quelques chimistes, puisque, dès la première, quand elle a été bien faite, le produit est très-beau et très-pur.

53. On trouve une grande différence d'opinion parmi les auteurs de chimie sur la proportion des principes du *cinnabre artificiel.* Lémery y croyait le soufre dans la proportion d'une partie à 2 de mercure ; Cartheuser, dans celle de 1 à $7\frac{2}{3}$; Mender, de 1 à 30 ; Macquer, de 1 à 7 ou 8. De là quelques chimistes ont pensé que ce composé pouvait varier suivant la quantité relative de soufre et de mercure employée pour préparer l'*éthiops minéral* avec lequel on le fabrique. Ce qui se pratique à cet égard dans les manufactures de Hollande, prouve que le soufre existe à la proportion de moins d'un dixième dans cette préparation, lorsqu'elle a la qualité recherchée dans tous les arts par sa belle couleur. Tuckert, apothicaire hollandais, a décrit dans le Journal de Crell le procédé de fabrication suivi dans un laboratoire où on en faisait une grande quantité à Amsterdam. Ce procédé a été donné dans les Annales de chimie françaises, *tom. IV*, p. 25. On prépare d'abord l'oxide mercuriel sulfuré noir, en mêlant 150 parties de soufre et 1080 parties de mercure, en exposant ce mélange à un feu modéré dans une chaudière de fer platte et polie ; on le broie, on en remplit de petits flacons de terre destinés à verser par partie la matière dans l'appareil où se fabrique l'oxide de mercure sulfuré rouge. Cet appareil consiste en trois grandes jarres de terre enduites de lut séché d'avance à leur extérieur, et placées dans des fourneaux de manière que la flamme circule librement autour des jarres : on allume le soir un feu de tourbe sous les vases de manière à en faire rougir le fond ; lorsqu'ils sont rouges, on jette la matière d'un flacon dans la première jarre, on vide un second flacon dans la seconde, un pareil dans la troisième, et on continue ainsi successivement à verser dans chacune jusqu'à deux ou trois flacons à la fois, suivant la force et la rapidité de l'inflammation ; car l'oxide de mercure sulfuré noir, à cette chaleur rouge, s'allume tout à coup, et la flamme s'élève souvent à un et même à deux mètres au dessus des jarres.

Quand cette inflammation est un peu diminuée, on bouche chaque jarre avec une plaque de fonte de fer, qui s'y applique exactement. Le versement de la matière dans les jarres dure trente-quatre heures, et chacun de ces vaisseaux contient 410 parties de matière; savoir, 360 de mercure et 50 de soufre. On entretient la chaleur sous les vaisseaux jusqu'à ce que la matière soit toute sublimée, ce qui exige trente-six heures de feu : on modère le feu suivant la hauteur de la flamme qui se montre, en ôtant le couvercle; il est convenable lorsque cette flamme, assez vive, ne s'élève qu'à 9 ou 12 centimètres au dessus de l'ouverture des jarres : on remue pendant ce temps la matière toutes les demi-heures avec un triangle de fer. Quand l'opération est finie, et que les jarres sont refroidies, on les retire avec les cercles qui les soutiennent; on les casse et on trouve dans chacune 400 parties d'oxide sulfuré rouge : il y en a 10 de perdues dans chaque jarre. Les ouvriers ont dit à M. Tuckert qu'il n'était jamais arrivé d'accident dans leur opération, depuis treize ans qu'ils étaient dans l'établissement.

54. Les détails de ce procédé me semblent prouver encore que le mercure est oxidé dans le cinnabre artificiel; et d'ailleurs plusieurs autres faits sur la préparation de ce composé viennent encore à l'appui de cette opinion. Toutes les fois qu'on agite du mercure coulant dans une dissolution de sulfure ammoniacal hidrogéné, ou d'hidrosulfure d'ammoniaque, ou qu'on précipite une dissolution de ce métal par l'un ou l'autre de ces composés, on a d'abord un oxide de mercure sulfuré noir; mais en le laissant quelques heures dans la liqueur, ce corps ne tarde pas à passer à un rouge brillant et magnifique. Le même phénomène a lieu avec les sulfures à bases d'alcalis fixes ou de terres, mais moins promptement, moins facilement que par celui de l'ammoniaque, et jamais la couleur rouge n'en est aussi belle; il reste à un brun pâle ou à une couleur de brique obscure. On a déja prouvé ci-dessus que,

dans ces opérations, le mercure ne passe de son état métallique au noir qu'en commençant à s'oxider. Il est évident qu'en passant du noir au rouge, il s'oxide davantage, et que c'est l'oxigène qui lui donne cette couleur rouge qui le distingue : j'ai donc dû le nommer *oxide de mercure sulfuré rouge.*

55. Les propriétés qui caractérisent ce composé sont elles-mêmes propres à prouver l'état oxidé du mercure qu'il contient. Il est inaltérable à l'air : chauffé dans un vaisseau fermé, il se sublime sans décomposition ; chauffé lentement et graduellement dans un vaisseau ouvert, le soufre se volatilise, et le mercure réduit se dissipe complétement ; c'est ce qui a lieu dans les fumigations qu'on en opère : il ne colore et ne blanchit point l'or ; les acides ne l'attaquent point, quoiqu'ils aient en général la propriété de dissoudre les métaux sulfurés. Si quelques-uns le dissolvent à la longue, c'est sans mouvement et sans effervescence, comme ils feraient un oxide de mercure. La chaux, les terres alcalines en général et les alcalis le décomposent ; ils en absorbent le soufre et en séparent le mercure qui se revivifie et se volatilise en perdant alors son oxigène à l'aide de la chaleur qu'on emploie pour cette distillation. Le cobalt, le bismuth, l'antimoine, l'étain, le fer et le cuivre ont la propriété d'en séparer le mercure en absorbant le soufre. On trouve aussi que ces mêmes métaux ont celle d'enlever l'oxigène au mercure, et en conséquence de réduire son oxide. Si même on a trouvé que l'argent dégageait le mercure du cinnabre, et si on en a conclu qu'il avait plus d'attraction pour le soufre que n'en avait le mercure, c'est qu'on n'a pas vu que cela ne venait que d'une triple attraction qui agissait dans cette opération ; savoir, celle du calorique pour l'oxigène et pour le mercure, et celle de l'argent pour le soufre, auquel il se combine à mesure que le mercure désoxidé l'abandonne et ne peut plus y rester uni.

56. Dans la préparation de l'oxide de mercure par la voie

humide qui a lieu en agitant ce métal coulant, sur-tout dans le sulfure hidrogéné d'ammoniaque, il serait possible qu'une partie de l'hidrogène sulfuré s'unît à l'oxide du métal qui se forme, et que le cinnabre obtenu par ce procédé différât par là de celui qui est préparé par le procédé ordinaire. Cet objet mériterait bien une recherche particulière. On ne peut douter aussi que, lorsqu'en précipitant une dissolution de mercure dans un acide, l'oxide repasse à l'état noir, une grande portion de l'oxigène qu'il perd se porte sur l'hidrogène sulfuré; et que c'est pour cela que l'eau qui tient cet hidrogène sulfuré en dissolution, comme les sulfures hidrogénés avec les hidrosulfures alcalins liquides, qui donnent un pareil résultat avec les sels mercuriels, perdent leur odeur fétide au moment où ils forment de l'oxide de mercure sulfuré noir.

57. Le mercure s'unit à beaucoup de substances métalliques; il les dissout, les ramollit, et forme avec elles des combinaisons qu'on nomme amalgames : elles sont d'autant plus solides qu'elles contiennent une plus grande quantité de métaux étrangers au mercure. Quoique le feu les décompose en général et en sépare le mercure qui se volatilise, ce métal y est rendu un peu plus fixe que dans son état naturel, et on a souvent beaucoup de peine à en enlever les dernières parties. La plupart de ces amalgames sont susceptibles de cristallisation.

58. Comme il ne doit être question ici que de l'union du mercure avec les métaux précédemment traités, on se contentera de décrire celle qu'il contracte avec l'arsenic, le bismuth et l'antimoine, en observant qu'on n'a pas pu l'unir encore au cobalt, au nickel, au manganèse, et qu'on n'a point essayé de le combiner avec le tungstène, le molybdène, le chrome, le titane et l'urane, si peu connus encore, comme on l'a vu dans les articles précédens, la plupart très-difficiles à réduire et à obtenir dans l'état métallique, et si peu abondans jusqu'ici dans cet état.

59. Wallerius doutait qu'on pût unir l'arsenic avec le mercure sous la forme d'une amalgame ; mais Bergman, dans sa Dissertation sur l'arsenic, a parlé d'une manière positive de cette union en 1777. Le mercure, suivant lui, dissout l'arsenic à l'aide de quelques heures de feu et d'une agitation continuelle ; il forme avec lui une amalgame grise. On peut en dégager l'arsenic par la chaleur ; mais il emporte avec lui une portion de mercure. Lehman assure que l'oxide d'arsenic s'unit aussi au mercure, et qu'après l'avoir distillé avec ce métal, il reste au fond de la cornue une poudre grise composée des deux métaux. Si l'on recommence à distiller ces deux matières sublimées, il avance qu'on obtient toujours une nouvelle quantité de cette poudre arsenico-mercurielle. Henckel avoit déja dit dans sa Pyritologie que le mercure pouvait servir comme l'alcali fixe à purifier l'arsenic ; mais il n'est pas aisé de bien concevoir ce que les auteurs entendent par là, puisqu'il est certain que l'arsenic uni à l'oxigène ne peut en céder au mercure, ni contracter avec lui aucune union.

60. Le bismuth est un des métaux fragiles qui se combinent le plus aisément au mercure. Pott dit qu'en triturant du bismuth en poudre avec le mercure et un peu d'eau, on en forme une amalgame ; mais elle réussit mieux en versant sur une partie de bismuth fondu deux parties de mercure chauffé, et en agitant ce mélange ; on a par ce moyen une amalgame assez molle, qui prend de la dureté lorsqu'elle est gardée quelque temps. Pott assure même que le mercure et le bismuth se séparent spontanément, et que le dernier prend la forme de poussière. Cette amalgame fluide passe toute entière par la peau. On a vu depuis Pott que l'amalgame de bismuth est susceptible de cristalliser en pyramides à quatre faces, qui se réunissent quelquefois en octaèdres : elle est aussi quelquefois en lames minces, sans forme régulière. Cette cristallisation a lieu quand on laisse refroidir lentement cette amal-

game, après l'avoir fait fondre. En la chauffant dans une cornue, elle ne donne que très-difficilement le mercure qui lui est uni.

61. Le mercure ne s'unit point à froid avec l'antimoine ; à chaud, et lorsque l'antimoine est fondu, si on le mêle avec trois fois son poids de mercure bien chaud, on obtient, suivant Wallerius, une amalgame molle, peu durable, et qui se décompose facilement. Le même chimiste a observé qu'en triturant trop long-temps le mercure avec l'antimoine, celui-ci se sépare du premier sous la forme de poussière : c'est sans doute à cause de la difficulté de former cette combinaison, et aussi en raison de la facilité avec laquelle elle se décompose spontanément, que la plupart des chimistes, depuis Wallerius, disent presque constamment que l'antimoine ne s'unit point au mercure : il en est de même du sulfure d'antimoine.

62. L'oxide de mercure est décomposé par un grand nombre de métaux qui ont plus d'attraction qu'il n'en a pour l'oxigène, et qui lui enlèvent ce principe. Souvent même, en les faisant chauffer en limaille avec l'oxide de mercure rouge, ces métaux s'enflamment à mesure qu'ils enlèvent au mercure l'oxigène qu'ils peuvent contenir plus solide, et auquel ils s'unissent plus étroitement que lui. C'est ainsi que se comportent l'arsenic, le bismuth, et l'antimoine sur-tout. Lorsqu'on les chauffe vivement, avec trois ou quatre fois leur poids d'oxide de mercure rouge, on voit bientôt un grand nombre d'étincelles, et comme une espèce de détonation dans ce vaisseau qui se remplit de vapeurs, et se garnit d'un oxide pulvérulent blanc. Le métal qui brûle ainsi est en effet réduit à un oxide blanc ; l'arsenic l'est même en acide arsenique, par une suffisante quantité d'oxide de mercure rouge, et, ce dernier est ramené à l'état métallique.

G. *Action sur l'eau et les oxides.*

63. L'eau n'a aucune action sur le mercure à froid ; elle ne sert qu'à le diviser à l'aide de l'agitation ; et lorsqu'on parvient à le changer par là en poussière noire oxidée, c'est à l'air contenu dans l'eau qu'est due cette conversion en oxide. Quelques auteurs ont recommandé cette préparation sous le nom de *mercure calciné noir* : je ne la cite ici que pour faire connaître avec quelle facilité le mercure absorbe l'oxigène, et tend à se brûler en oxide noir par-tout où il rencontre ce principe. A mesure que ce métal battu avec l'eau lui enlève l'oxigène, l'eau en absorbe de l'air qu'elle fournit au métal ; car c'est une règle que l'eau se charge toujours également d'air, et se met en équilibre de combinaison avec lui toutes les fois qu'il en a le contact.

64. L'eau bouillante ne fait pas éprouver plus d'altération au mercure que l'eau froide. Lémery avait déja prouvé, à la fin du siècle dernier, que ce métal ne perdait rien de son poids par l'ébullition dans ce liquide. Boerhaave, en répétant cette expérience avec une patience infatigable, et en faisant bouillir, pendant un grand nombre de fois, des quantités d'eau considérables sur quatre grammes de mercure, s'est également assuré que ce métal n'avait rien perdu. Cependant de bons observateurs en médecine ont bien constaté que cette eau, dans laquelle on a suspendu un nouet de linge rempli de mercure pendant son ébullition, a une action anthelmintique ou vermifuge très-certaine, et c'est une pratique commune que d'ordonner cette décoction aux enfans, qui rendent souvent des vers après l'avoir prise. Quelques médecins portent beaucoup plus loin encore les propriétés de l'eau qui a été distillée plusieurs fois sur le mercure ; ils prétendent que cette eau est sensiblement antisyphillitique. Wallerius, pour expliquer ces effets, croyait que le mercure reprenait en eau,

dont il se pénétrait, le poids de la matière qu'il perdait par son ébullition, et que c'était pour cela qu'on ne pouvait pas apprécier sa diminution. Grashuys, qui, dans sa lettre au docteur Maty en 1754, parle de la vertu antivénérienne communiquée à l'eau par le mercure, avance même que ce métal perd, en servant à cette opération, son efficacité ordinaire, et n'a plus ensuite la propriété de tuer les insectes. Mais il faut convenir qu'il faudrait des expériences plus décisives encore que celles qui ont été faites jusqu'ici, pour bien assurer la vérité de ces assertions.

65. Ce qui a été dit, au n°. 62, sur la décomposition de l'oxide de mercure rouge par un grand nombre de métaux, prouve que le mercure est un de ceux qui ont le moins d'attraction et d'adhérence pour l'oxigène : aussi n'y en a-t-il que très-peu, et seulement parmi les moins combustibles, qui seront examinés par la suite, auxquels il peut enlever l'oxigène. Cependant, en triturant du mercure coulant avec certains oxides métalliques très-chargés de ce principe, et dans lesquels la dernière portion qui s'y est unie est peu adhérente en comparaison de la première, qu'ils retiennent avec une grande force, on le voit s'éteindre assez promptement, et s'oxider en noir. Cela n'arrive qu'avec ceux de ces oxides sur-tout trop oxidés pour être encore dissolubles dans les acides : et en effet on verra par la suite que ces mêmes métaux précipitent, au contraire, le mercure de ses dissolutions acides sous la forme métallique, et prennent sa place dans ces mêmes dissolutions.

H. *Action sur les acides.*

66. C'est dans la combinaison du mercure avec les différens acides que les chimistes ont trouvé les propriétés les plus singulières et en même temps les usages les plus importans de ce métal. Il n'est point d'acide qui n'ait médiatement

ou immédiatement de l'action sur le mercure, ou qui ne se combine avec son oxide, et ne fasse un composé salin plus ou moins intéressant à connaître. Les phénomènes de ces divers composés, soit pendant qu'on les fait, soit après qu'ils sont formés, méritent d'être étudiés avec soin; ils constituent une des branches les plus remarquables de la chimie. Je les décrirai donc avec tous les détails convenables, parce que les ouvrages de chimie ne contiennent point encore ces détails, et parce que le travail que j'ai fait sur cet objet, en 1791, me paraît propre à répandre un nouveau jour sur ces combinaisons.

67. Les chimistes n'avaient déterminé, avant 1777, que d'une manière très-inexacte en quoi consistait l'action réciproque de l'acide sulfurique et du mercure. Tout ce qu'ils avaient fait jusque-là ne pouvait présenter qu'incertitude et que notions vagues, à cause de l'état de la science. A cette époque, Lavoisier se servit de cette action pour déterminer la nature de l'acide sulfurique; il fit voir que le mercure, aidé de l'action de la chaleur, enlevait à cet acide une portion de son oxigène, en dégageait du gaz acide sulfureux, s'oxidait lui-même, et s'unissait à la portion de cet acide non décomposée; qu'en chauffant fortement le sulfate de mercure, on en obtenait du gaz acide sulfureux et du gaz oxigène, et que la plus grande partie du mercure repassait à l'état métallique: mais comme son but n'était que de s'occuper de l'analyse de l'acide sulfurique, il n'a point décrit tous les phénomènes de cette combinaison. J'ai entrepris, treize ans après lui, en 1790 et 1791, un travail beaucoup plus étendu sur cet objet; j'ai examiné avec le plus grand soin tout ce qui se passe dans la réaction de l'acide sulfurique et du mercure: parmi un grand nombre de faits nouveaux que ce travail m'a présentés, j'ai apperçu beaucoup de circonstances qui avaient été entrevues ou indiquées, mais non expliquées par Kunckel, Rouelle l'aîné, Monnet, etc.

Je suis parvenu à distinguer avec précision plusieurs états de l'union de l'oxide de mercure avec l'acide sulfurique, qu'on avait ou méconnus ou confondus. Voici le résultat de mes recherches sur ce point.

68. La principale cause des variétés nombreuses que présentent les dissolutions de mercure dans l'acide sulfurique, dépend moins de la proportion de l'acide et du métal que de la quantité d'oxigène que celui-ci absorbe à l'acide, suivant la température à laquelle leur action réciproque s'exerce. En effet la dose d'une partie de mercure coulant et d'une partie et demie d'acide sulfurique concentré, que l'on prend ordinairement pour faire cette opération, et qu'on sait ne point agir l'un sur l'autre à froid, donne naissance à des composés très-variés, suivant la température à laquelle on les traite, et le temps plus ou moins long pendant lequel on les chauffe. Ce mélange poussé jusqu'à l'ébullition dans une cornue de verre, dont le bec recourbé plonge sous une cloche pleine de mercure, à l'appareil hidrargiro-pneumatique, donne du gaz acide sulfureux. Dans cette opération, l'attraction du mercure pour l'oxigène s'élève comme la température; car, à la chaleur ordinaire, elle est plus faible que celle de ce principe pour l'acide sulfureux, et non pas pour le soufre, comme Lavoisier l'avait cru : en effet, on a vu ailleurs que la portion d'oxigène qui tient à l'acide sulfureux, porté à l'état sulfurique, y adhère moins que celle qui est unie au soufre dans l'acide sulfureux. Le mercure décompose l'acide sulfurique, lui enlève de l'oxigène, et en fait passer une partie à l'état d'acide sulfureux. Si on arrête l'opération lorsque le mercure est changé en masse blanche, mais non desséchée, et lorsqu'il reste encore une portion de liquide à la surface de cette masse, elle contient de l'acide sulfurique à nu; elle est âcre et corrosive; elle rougit les couleurs bleues végétales; elle ne jaunit point par le contact de l'air; l'eau froide ou chaude ne la convertit point en cette poudre

jaune qu'on nommait autrefois *turbith minéral*, à cause de sa couleur, et dont je parlerai plus bas, pourvu cependant qu'on ait la précaution d'en séparer d'abord l'acide par un léger lavage à l'eau froide : car, sans cela, elle jaunirait par l'effet de la chaleur produite dans la réaction de l'eau et de l'acide. Je nomme cette masse totale résultante de l'action et des doses indiquées d'acide sulfurique et de mercure, *sulfate acide de mercure*. Elle ne peut former de turbith que lorsqu'on la chauffe et qu'on la dessèche.

69. Ce sulfate acide de mercure peut contenir des doses très-variées d'acide sulfurique, suivant qu'on en aura varié la quantité primitive ; car on sent bien qu'on obtiendrait une masse également acide, en employant plus de ce corps que la proportion indiquée ci-dessus, et suivant qu'on en aura d'ailleurs dégagé une plus ou moins grande quantité par l'action du feu : il est en général d'autant plus dissoluble dans l'eau, qu'il contient plus d'acide, comme l'ont déja annoncé tous les chimistes qui ont parlé de cette combinaison avant moi. Mais ce qu'ils n'ont point dit, ce qui a échappé à leurs recherches, c'est que si on lave ce sulfate acide de mercure avec beaucoup moins d'eau qu'il n'en faudrait pour le dissoudre complétement ; si l'on emploie cette eau froide et à petites doses fractionnées, jusqu'à ce qu'elle ne change plus le papier bleu le plus sensible, il reste un sel blanc sans acidité, beaucoup moins âcre et moins corrosif que ne l'était toute la masse saline d'où il provient, laquelle doit être considérée comme un sel métallique véritablement neutre. Je le nomme simplement *sulfate de mercure* pour le distinguer des précédens. L'eau des lessives faites comme je l'ai dit en emporte une partie avec l'acide sulfurique. Voici les propriétés caractéristiques de ce sulfate, qui n'a point été décrit avant moi. Les proportions annoncées d'acide sulfurique et de mercure, traitées comme je l'ai dit pour obtenir ce sel, en donnent à peu près la moitié de leur quantité totale. Il est blanc ;

il cristallise en lames et en prismes aiguillés très-fins : sa saveur n'est pas très-âcre ; il demande cinq cents parties d'eau à dix degrés pour se dissoudre : il n'en faut qu'un peu plus de moitié de cette dose, lorsqu'elle est bouillante. Sous sa forme sèche et cristalline, il contient, sur cent parties, soixante-quinze de mercure, huit d'oxigène, douze d'acide sulfurique et cinq d'eau. L'eau froide ou chaude le dissout tout entier sans l'altérer ni le décomposer : les alcalis purs ou caustiques, l'eau de chaux, le précipitent en gris noir. Lorsqu'on y ajoute de l'acide sulfurique, on le met dans l'état de sulfate acide indiqué ci-dessus : alors sa solubilité croît dans des proportions relatives à la quantité d'acide ajouté : un douzième de celui-ci le rend soluble dans cent cinquante-sept parties d'eau à dix degrés, et dans trente-trois d'eau bouillante.

70. Quoique l'acide sulfurique adhère avec une certaine force au sulfate de mercure, on peut cependant l'en séparer, comme on l'a dit, en lavant la masse avec moins d'eau qu'il n'en faudrait pour dissoudre la totalité du sulfate acide : en indiquant ce procédé plus haut, je n'ai point insisté sur la manière dont l'eau agit sur le sel avec excès d'acide, et il est nécessaire d'y revenir. J'ai dit qu'un douzième d'acide ajouté au sulfate neutre le rendait dissoluble dans cent cinquante-sept parties d'eau froide, tandis qu'avant cette addition, il en fallait cinq cents parties pour le dissoudre : je dois ajouter ici que cette proportion de dissolubilité change, si, au lieu d'employer en une fois ces cent cinquante-sept parties d'eau froide nécessaires à la dissolution du sulfate acide de mercure, on n'y applique d'abord que le quart du dissolvant. Cette fraction d'eau n'enlève pas seulement le quart du sel neutre, et le quart de l'acide qui y est en excès, comme le raisonnement semblerait l'annoncer ; mais elle emporte tout l'acide excédant, qui, formant alors une liqueur plus dense que s'il était étendu des cent cinquante-sept parties d'eau nécessaires à sa dissolution complète, dissout beaucoup

plus de sulfate de mercure, et amène le sel à un état de plus grande acidité. Alors la portion de ce sel restant après cette première lessive exige cinq cents parties d'eau pour être dissoute, parce qu'elle est devenue véritable sel neutre. L'eau employée en petite quantité enlève donc tout l'acide excédant et une portion de sel, telle que celui-ci contient plus d'acide excédant que n'en contenait toute la masse primitive.

71. Pour préparer le turbith minéral, on épaississait par une action du feu plus longue la masse sulfurique mercurielle dont il a été question nº. 68. On décomposait une plus grande quantité d'acide sulfurique ; on oxidait davantage le mercure ; et en jetant ensuite de l'eau chaude sur la masse, elle donnait la poudre jaune connue sous le nom de *turbith*. Dans cette préparation, on obtenait cet oxide en différens états, jouissant de couleurs très-variées, depuis le jaune pâle et citroné jusqu'au jaune presque orangé, sans qu'on ait pu autrefois se rendre compte de ces différences, et conduire conséquemment l'opération de manière à avoir toujours la même nuance et la même nature dans ce composé. Dans le grand nombre d'expériences que j'ai faites sur cette préparation, j'indiquerai ici celles qui peuvent jeter du jour sur ses propriétés et sa composition.

a. Si l'on n'évapore pas un peu fortement et par une température élevée, soutenue, le mélange d'acide sulfurique et de mercure ; s'il reste un excès bien sensible d'acide non décomposé ou non volatilisé, la masse se dissout entièrement dans l'eau sans prendre de couleur jaune, ou l'on n'obtient que très-peu de turbith en faisant bouillir long-temps l'eau avec cette masse ; au lieu qu'en faisant chauffer long-temps la masse sulfurique mercurielle, elle jaunit un peu spontanément, et prend tout à coup une couleur d'un beau jaune par le contact de l'eau.

b. L'eau froide, versée sur cette dernière masse, lui donne une couleur d'un beau jaune verdâtre. L'eau bouillante la

rend d'un jaune pur, sans mélange de vert ; l'alcool la jaunit aussi, mais moins que l'eau froide.

c. Plusieurs chimistes ont regardé le turbith minéral comme un simple oxide jaune de mercure ne contenant pas d'acide sulfurique. Rouelle a pensé qu'il contenait de l'acide sulfurique ; mes expériences sont d'accord avec cette dernière assertion. En traitant le turbith le mieux lavé par l'acide muriatique, la dissolution précipite, par le muriate de barite, du sulfate de cette base. Je nomme, à cause de cela, le turbith minéral *sulfate avec excès d'oxide de mercure*, ou *sulfate jaune de mercure.*

d. Pour apprécier le changement qu'éprouve le sulfate neutre de mercure en passant, à l'aide de la chaleur, à l'état de sulfate jaune ou *de turbith*, j'ai chauffé fortement le premier dans une cornue de porcelaine ; il s'en est dégagé d'abord de l'eau, ensuite du gaz acide sulfureux, puis du gaz oxigène, et le mercure a passé sous forme métallique et liquide à la fin de l'opération. Au moment où l'acide sulfurique est dégagé, le sel, rouge de feu, se fond et prend une couleur purpurine brillante. En arrêtant l'opération avant qu'il se dégage du gaz oxigène, et après le dégagement de l'acide sulfureux, le sel est converti en sulfate jaune.

e. Les propriétés qui distinguent le sel avec excès d'oxide de mercure du sulfate neutre et du sulfate acide, prouvent toutes que le mercure y est et beaucoup plus abondant et sensiblement plus oxidé. En effet, ce sulfate jaune est décomposé et dissous par l'acide nitrique, qui n'agit point sur le sulfate neutre de mercure ; il est également dissous par l'acide muriatique chaud, qui le convertit en muriate suroxigéné de mercure ou *sublimé corrosif*, tandis que cet oxide fait passer le sulfate neutre à l'état de muriate simple de mercure ou de *mercure doux.*

f. La masse sulfurique mercurielle, chauffée au point de donner du sulfate jaune, n'est presque pas jaunie par l'eau

qu'on a fait bouillir long-temps avant de l'employer à cet usage.

g. Ce sulfate a plus de poids que la masse mercurielle blanche d'où il provient, lorsqu'on additionne celui du turbith avec celui de la portion de sel dissoute par l'eau au moment de sa préparation.

h. Le sulfate jaune, quoique regardé jusqu'ici comme indissoluble, se dissout réellement dans plus de deux mille parties d'eau à 10 degrés, et dans six mille parties d'eau bouillante; sa dissolution est blanche.

i. Broyé avec du mercure coulant, il l'éteint promptement, devient d'abord d'un vert foncé, et passe bientôt avec celui-ci à l'état d'oxide noir : lorsqu'on le fait bouillir avec de l'eau et peu de mercure, le même changement en oxide noir a lieu seulement avec plus de lenteur que par le broiement.

k. Tous ces faits prouvent que le sulfate jaune diffère du sulfate neutre et du sulfate acide de mercure, en ce qu'il contient plus de métal, plus d'oxigène, et beaucoup moins d'acide; que dans tous les cas où il se forme aux dépens des deux autres, il y a toujours de l'oxigène ajouté à l'oxide, et de l'acide sulfurique enlevé, soit qu'on le dégage, soit qu'on le décompose.

l. Cent parties de sulfate jaune de mercure m'ont donné dix d'acide sulfurique, soixante-seize de mercure, onze d'oxigène, et trois d'eau.

m. Il est dissoluble dans l'acide sulfurique un peu étendu à l'aide de la chaleur. Cette dissolution saturée précipite par l'eau froide un oxide blanc, et par l'eau bouillante un oxide jaune; lorsqu'elle contient un excès d'acide, l'eau ne la précipite pas. On peut redissoudre le précipité blanc dans l'acide sulfurique, et empêcher la dissolution de se précipiter par un excès d'acide.

72. Ainsi tous les faits annoncés sur la combinaison de l'acide sulfurique avec le mercure doivent faire distinguer trois sulfates de mercure; savoir,

a. Le sulfate de mercure neutre, cristallisable, dissoluble dans cinq cents parties d'eau froide, précipitable en gris par les alcalis, non décomposable par l'acide nitrique, formant du muriate doux avec l'acide muriatique.

b. Le sulfate acide de mercure; plus dissoluble que le précédent; précipitable en orangé par les alcalis; d'où l'on enlève l'excès d'acide et une portion du sel même avec le quart de l'eau qui serait nécessaire pour le dissoudre complétement, en laissant du sulfate de mercure neutre après la dissolution; indécomposable par l'acide nitrique.

c. Le sulfate de mercure avec excès d'oxide; il est jaune, dissoluble dans deux cents parties d'eau, précipitable en gris par les alcalis, décomposable par l'acide nitrique, donnant du muriate suroxigéné de mercure par l'acide muriatique.

73. Parmi les différences qui distinguent les trois sulfates de mercure indiqués, on doit sur-tout remarquer celle de leur précipitation par les substances alcalines. Il n'est pas aisé de savoir ce qui fait que le sulfate neutre, qui est blanc, est précipité en gris foncé par les alcalis fixes; mais on sent que si le sulfate acide l'est en orangé par les alcalis, cela dépend de ce qu'il absorbe tout à coup de l'oxigène à l'atmosphère, à l'aide de la chaleur qui se développe dans le mélange. Quant à l'ammoniaque, dont l'action sur ces sels m'a le plus long-temps occupé, j'ai trouvé qu'elle précipitait les sulfates de mercure en gris plus ou moins noir, et qu'elle rapprochait constamment leurs oxides, dans quelque état qu'ils fussent, de l'état métallique, en diminuant la proportion d'oxigène qu'ils contenaient. J'ai trouvé, de plus, que cet oxide, précipité des sulfates de mercure par l'ammoniaque, était moins abondant que celui qui était séparé par les terres et les alcalis fixes; et cette différence de quantité qui surpassait bien évidemment la simple diminution qui pouvait dépendre de leur désoxidation, m'annonçant que l'ammoniaque ne séparait pas tout l'oxide des sulfates de mercure, j'ai

découvert, par les nouvelles recherches où ce fait m'a engagé, qu'il se formait un sel triple ou sulfate ammoniaco-mercuriel dont je vais énoncer ici les principales propriétés, parce que la même formation de sels triples ammoniaco-métalliques existe dans beaucoup d'autres dissolutions de métaux, et doit conduire par la suite les chimistes à de nouvelles et à de plus importantes découvertes encore.

74. En versant de l'ammoniaque dans une dissolution de sulfate de mercure neutre, il se forme un précipité gris très-abondant, qui, exposé au soleil, se réduit en partie en mercure coulant, et reste en partie en poudre grise. Cette dernière est du sulfate ammoniaco-mercuriel; elle est dissoluble dans l'ammoniaque; elle ne se dépose avec la première que quand on n'emploie point un excès d'ammoniaque dans lequel elle puisse se dissoudre. En employant une grande quantité de cette dernière, on n'a que peu d'un précipité tout à fait noir, entièrement réductible en mercure coulant aux rayons solaires; alors la liqueur tient en dissolution le sel triple ou sulfate ammoniaco-mercuriel. Dans cette opération, l'ammoniaque ne décompose qu'une portion du sulfate neutre de mercure dont elle réduit l'oxide. Le sulfate ammoniacal formé s'unit à l'autre portion du sulfate de mercure non décomposée, et forme un sel triple peu dissoluble, mais qui l'est dans un excès d'ammoniaque. La même décomposition s'opère avec un autre phénomène sur ce sulfate de mercure solide. En versant de l'ammoniaque sur le sel, il se fait une effervescence vive, et on entend un pétillement remarquable; il se dégage du gaz azote produit de la décomposition de l'ammoniaque par la partie de l'oxide de mercure séparée; celui-ci occupe le fond du mélange sous la forme d'une poudre noire, et le liquide qui la surnage tient en dissolution du sulfate ammoniaco-mercuriel.

75. En évaporant la liqueur qui tient le sel en dissolution, après l'avoir formé par l'un ou l'autre des procédés indiqués,

soit à l'aide d'une chaleur douce, soit par l'exposition à l'air, elle dépose au bout de quelques heures des cristaux brillans, polygones, durs, dont les plus petits, rassemblés, forment à la surface une pellicule blanche et chatoyante. Cette cristallisation est due à la volatilisation de l'ammoniaque qui tenait le sel en dissolution. Si, au lieu d'attendre ce dépôt régulier, on ajoute tout à coup à la dissolution une grande quantité d'eau, elle devient blanche, laiteuse; il s'en précipite une poudre blanche qui n'est que le même sel, sans forme régulière, parce qu'il se sépare précipitamment: ce qui provient de ce que l'eau ajoutée divise la liqueur, la rend plus légère, et s'empare de l'ammoniaque; il reste dans la liqueur du sulfate d'ammoniaque qu'on obtient cristallisé par l'évaporation. Il se forme donc plus de ce dernier qu'il n'en faut pour porter le sulfate de mercure à l'état de trisule ammoniaco-mercuriel: ce que prouve en effet l'analyse de celui-ci, qui contient plus d'oxide de mercure que le sulfate métallique seul n'en contenait.

76. Le sulfate ammoniaco-mercuriel a une saveur piquante et austère; il décrépite et donne, par la chaleur de l'ammoniaque, du gaz azote, un peu de mercure coulant, et un peu de sulfite d'ammoniaque: il reste dans la cornue du sulfate de mercure jaune; il est peu dissoluble dans l'eau; les alcalis et la chaux le précipitent en une poudre blanche, qui est encore un sel triple avec excès de base, ou privé de beaucoup de son acide. Ce précipité, exposé au soleil, noircit et se réduit en mercure coulant, par la décomposition réciproque de l'oxide mercuriel de l'ammoniaque. Ce sulfate ammoniaco-mercuriel est dissoluble par l'ammoniaque, dont il retient une partie lorsqu'il se cristallise par l'évaporation de cet alcali volatil. Cent parties contiennent 18 d'acide sulfurique, 33 d'ammoniaque, 39 de mercure et 10 d'eau. Cette analyse prouve que ce sel triple contient une très-grande proportion des deux bases sur celle de l'acide sulfurique, et que, dans cette combinaison, l'attraction diffère beaucoup

entre trois substances qui la forment d'avec ce qu'elle est entre deux d'entre elles en particulier.

77. Tout ce qui vient d'être exposé appartient à la décomposition du sulfate neutre de mercure par l'ammoniaque. Il y a d'autres phénomènes dans la décomposition du sulfate acide et du sulfate jaune ou avec excès d'oxide par le même alcali ; mais cette différence est facile à déterminer, d'après ce qui a été dit ci-dessus. L'ammoniaque versée dans une dissolution de sulfate acide de mercure n'y forme point de précipité, parce que l'alcali, s'unissant à l'acide excédant, se porte en sulfate ammoniacal sur le sulfate de mercure avec lequel il se combine en sel triple ; celui-ci ressemble alors parfaitement à celui de la liqueur qui surnage le précipité noir par l'ammoniaque dans la dissolution de sulfate neutre de mercure. L'action de ce même alcali sur le sulfate jaune est absolument l'inverse de celle qu'il exerce sur le sulfate acide : ici l'excès d'oxide fait qu'il se forme beaucoup plus d'oxide noir que de sel triple, en raison de l'action de l'ammoniaque sur cet oxide ; il n'y a d'ailleurs qu'un peu de sel triple, ou sulfate ammoniaco-mercuriel, de formé.

78. Pour confirmer tous ces résultats nouveaux sur la formation de ce sel triple, sur sa nature, et spécialement sur la différence de saturation de l'acide sulfurique par ces deux bases qui lui sont unies tout à la fois, j'ai fait un mélange des dissolutions concentrées de sulfate de mercure bien neutre et de sulfate d'ammoniaque également neutre ; il s'est déposé sur-le-champ une poudre blanche que j'ai reconnue pour une combinaison triple, et la liqueur surnageante contenait un peu d'acide sulfurique à nu. Ce dernier fait a sur-tout prouvé que, dans leur union réciproque et simultanée avec l'acide sulfurique, l'oxide de mercure et l'ammoniaque exigent moins de cet acide que la somme de ces deux bases n'en aurait exigé séparément pour en être saturée chacune en particulier. J'ai confirmé également la cause de la portion d'oxide de

mercure précipitée en noir et réduite par l'action de l'ammoniaque, en examinant en particulier celle de cet alcali sur l'oxide du mercure fait par le feu. Je reparlerai de cette action dans un des numéros suivans.

79. Il n'y a aucune action entre le mercure coulant et l'acide sulfureux ; et cela doit être, puisque ce métal ne décompose l'acide sulfurique que jusqu'à l'amener à l'état d'acide sulfureux ; mais il se passe une forte altération entre l'oxide de mercure et ce dernier acide. Si l'on met en contact de l'oxide rouge de mercure et de l'acide sulfureux, l'oxide devient tout à coup blanc comme du lait, il se dégage du calorique, et l'odeur de l'acide sulfureux est tout à coup détruite. En n'employant qu'une petite quantité de cet acide, il se forme du sulfite de mercure ; mais si on en met beaucoup, l'oxide de mercure est complétement ramené à l'état métallique, et l'on trouve de l'acide sulfurique dans la liqueur. Ce dernier phénomène est beaucoup accéléré par le contact des rayons du soleil. On ne peut donc jamais obtenir par là que du sulfate de mercure. De ce que, dans cette expérience, l'oxide de mercure rouge est blanchi d'abord, et ensuite réduit complétement par l'acide sulfureux, il ne faut pas en conclure que cela est contradictoire avec la décomposition de l'acide sulfurique par le mercure ; car il n'y a point de parité entre ces deux phénomènes : le premier n'a lieu qu'à froid, et le second ne s'opère qu'à l'aide de la chaleur. La même expérience prouve encore que l'oxide de mercure blanc contient moins d'oxigène que le rouge.

80. L'acide nitrique est facilement et rapidement décomposé par le mercure ; cette action est beaucoup plus forte que celle qu'il exerce sur l'acide sulfurique. Elle a lieu à froid et dès le moment du contact de ces deux corps ; elle ne commence pas spontanément, soit lorsque l'acide est trop concentré, soit lorsqu'il est trop étendu d'eau ; elle est accompagnée d'une effervescence due au dégagement de gaz

nitreux : c'est un des moyens de se procurer ce gaz, et c'est l'expérience par laquelle Lavoisier a commencé l'analyse de l'acide nitrique. L'eau-forte du commerce agit sur le mercure sans répandre cependant beaucoup de vapeur rouge. Lorsque l'opération est faite dans un vase conique très-alongé, et lorsque l'acide recouvre le mercure à une assez grande hauteur, on observe souvent un phénomène qui en a imposé aux chimistes. Dans le commencement de l'opération, l'acide se colore en vert bleuâtre vers le fond ; c'est évidemment à l'oxide nitreux qui se sépare de la portion inférieure de l'acide décomposé qu'est due cette coloration : et en effet, cet oxide ne se dégage pas alors en gaz, la couleur de la dissolution augmente tant qu'il n'y a pas de bulles qui sortent à la surface de la liqueur. On voit de petites bulles qui partent de dessus le mercure, et qui disparaissent dans la partie inférieure de ce liquide ; lorsque l'action plus forte développe plus de chaleur, le gaz nitreux s'échappe, et la liqueur perd la couleur qu'elle avait prise. Ce phénomène prouve que le mercure a plus d'attraction pour l'oxigène que n'en a l'oxide d'azote. A mesure qu'il se brûle le métal oxidé se dissout dans la portion d'acide non décomposée, car on emploie ordinairement pour cette dissolution beaucoup plus d'acide qu'il n'en faut pour oxider simplement le métal ; et on peut en séparer, par la pensée, la totalité en deux parties par rapport à l'action différente que chacune d'elles exerce sur le mercure, la partie oxidante et la partie dissolvante. La dissolution s'arrête lorsqu'il y a équilibre entre la proportion d'oxide mercuriel formé et celle de l'acide nitrique nécessaire pour la dissoudre. Cet acide peut dissoudre ainsi une quantité de mercure égale à la sienne.

81. La dissolution nitrique de mercure, faite à froid, est blanche et sans couleur ; elle est très-pesante et d'une causticité si forte qu'elle sert en chirurgie sous le nom impropre d'*eau mercurielle* pour corroder et détruire des chairs baveuses.

Sur la peau elle fait des taches brunes presque noires, qui ne disparaissent que par la chûte de l'épiderme en escarres. Elle colore de la même nuance toutes les substances végétales et animales, et cette coloration est indélébile. Elle fournit soit spontanément, soit par évaporation, des cristaux d'une forme très-variée suivant l'état de cette liqueur, et suivant les circonstances qui accompagnent la cristallisation. Je les ai vus sous quatre formes différentes; par l'évaporation spontanée, j'ai obtenu des cristaux transparens, réguliers, à quatorze facettes formées par la réunion de deux pyramides tétraèdres, comme tronquées très-près de leurs bases, et aux quatre angles résultant de l'union des pyramides. La même dissolution, évaporée et mise ensuite à refroidir, dépose, au bout de vingt-quatre heures, des espèces de prismes aigus, striés obliquement sur leur largeur, et formés par l'application successive de petites lames posées en recouvrement les unes sur les autres à la manière des tuiles. Ces lames, examinées avec soin, paraissent être les mêmes solides à quatorze facettes que les cristaux indiqués ci-dessus, mais plus petits et plus réguliers qu'eux. Une dissolution nitrique, faite à l'aide d'une chaleur douce, fournit par le refroidissement des aiguilles plates, très-longues, très-aiguës, et striées sur leur longueur; ce sont celles qu'on obtient le plus souvent: elles ont été décrites par la plupart des chimistes, et sur-tout par Macquer et Rouelle. Enfin il y a une quatrième forme très-irrégulière: c'est celle d'une masse blanche remplie souvent de petites aiguilles longues satinées, flexibles; mais celle-ci appartient à une autre dissolution, ou à une autre modification du nitrate de mercure dont il est nécessaire de considérer les propriétés.

82. Quoique quelques chimistes aient indiqué l'état de cette seconde dissolution nitrique avant Bergman, c'est à celui-ci qu'on doit la première connaissance exacte de cette modification remarquable du nitrate mercuriel. Cet illustre chimiste

a fait observer, dans sa Dissertation sur l'analyse des eaux, que les dissolutions nitriques de mercure différaient les unes des autres suivant la manière dont elles avaient été préparées. Celle qui a été faite à froid, dont j'ai déja parlé, et qui n'a point donné lieu au dégagement des vapeurs rouges, n'est point décomposable par l'eau distillée; mais si l'on a aidé la dissolution par la chaleur; s'il s'en est dégagé une grande quantité de gaz nitreux, elle précipitera par l'eau, elle ne pourra plus servir de réactif sûr. Je ne parlerai point ici de la théorie erronée que Bergman admettait pour expliquer cette différence; je donnerai celle que mes expériences sur cet objet m'ont fait adopter. Ce phénomène est dû à la même cause dans la dissolution nitrique que dans la dissolution sulfurique. Cette sorte de dissolution, avec excès de mercure, est précipitée par l'eau distillée, parce que celle-ci change la densité de la liqueur, et diminue l'adhérence de l'oxide de mercure pour l'acide nitrique : aussi le précipité est-il du nitrate avec un grand excès de mercure, très-oxidé et très-jaune si l'on verse la dissolution dans l'eau chaude, ou blanc si on la verse dans de l'eau froide. On peut donner la couleur jaune de turbith au dernier, en le lavant dans de l'eau bouillante au moment même de sa précipitation. La dissolution faite à froid ne contenant, au contraire, que du nitrate sans excès d'oxide de mercure, puisqu'elle ne peut se charger d'oxide surabondant qu'à l'aide de la chaleur, l'eau distillée ne peut y produire aucun précipité. Ce qui prouve cette assertion, c'est qu'on peut rendre à volonté la même dissolution mercurielle décomposable ou non par l'eau, en y ajoutant ou de l'oxide de mercure ou de l'acide, et la faire passer plusieurs fois de suite à l'un ou à l'autre de ces états. Si l'on ajoute du mercure à une dissolution nitrique de ce métal faite à froid et ne précipitant pas par l'eau, en aidant l'action par la chaleur, elle se charge de nouvel oxide et devient capable d'être précipitée par l'eau. Si l'on chauffe quelque temps la même

dissolution de mercure, qui ne change point de nature par l'eau, elle en devient bientôt susceptible, parce qu'on a diminué par là la proportion de son acide, et augmenté celle de l'oxide de mercure, ainsi que son oxidation, comme le prouve le gaz nitreux qui se dégage dans cette expérience; l'oxide, par son abondance et son état surchargé d'oxigène, n'est plus adhérent à l'acide comme il l'était auparavant, et l'eau a dès lors le pouvoir de l'en séparer, et de le précipiter en poudre blanche ou jaunâtre. Cette espèce de dissolution forme avec l'acide muriatique un sel soluble, tandis que celle du *nitrate neutre* ou du nitrate acide de mercure forme avec cet oxide un sel indissoluble.

83. Le précipité qu'on obtient n'est pas composé cependant de tout l'oxide de mercure uni à l'acide nitrique : quelque grandes que soient les quantités d'eau dont on se sert pour le former, il y a dans la liqueur, après la séparation de son dépôt, une petite portion d'oxide uni à l'acide qui reste. Je m'en suis assuré en versant dans cette liqueur, déja précipitée par l'eau et surnageante, des alcalis fixes qui en séparent la portion d'oxide qui y reste. J'ai trouvé aussi que la même liqueur peut fournir des cristaux de nitrate de mercure, et qu'elle se comporte, à beaucoup d'égards, comme la première dissolution indécomposable par l'eau seule. Ainsi je conclus de tous ces faits, et de toutes les expériences connues aujourd'hui sur la combinaison de l'acide nitrique et du mercure, qu'il y a trois sortes de combinaisons entre cet acide et l'oxide de ce métal, comme il y a trois espèces de sulfate de mercure; et je distingue trois nitrates par le même principe et par des dénominations analogues; savoir,

a. *Le nitrate de mercure neutre* : c'est celui que donne en cristaux réguliers la dissolution en bon état, qui ne précipite pas par l'eau.

b. Le *nitrate acide de mercure*, ou l'obtient en dissolvant le premier dans l'eau, chargée de plus ou moins d'acide

nitrique, ou en ajoutant cet acide d'une manière quelconque aux deux autres nitrates : c'est le produit le plus fréquent qu'on ait dans la plupart des dissolutions de mercure, faites pour les usages pharmaceutiques et pour les manufactures.

c. *Le nitrate avec excès d'oxide de mercure* ; il existe dans la dissolution qui précipite par l'eau ou qu'on nommait autrefois en mauvais état, ou lorsqu'on traite les deux premières espèces par l'action du feu ; il passe souvent à l'état d'oxide jaune au moment de sa précipitation, ou quelques instans après, et devient ce qu'on nommait autrefois *turbith nitreux*.

84. Quoique ces trois nitrates se ressemblent par plusieurs de leurs propriétés et par quelques phénomènes de leur décomposition, ils offrent cependant quelques différences qu'il est utile de connaître et d'apprécier ; on peut le faire en examinant les caractères du véritable nitrate de mercure, de celui qui est neutre, que l'eau ne sépare pas de sa dissolution, et qui passe si souvent ou à l'état acide ou à l'état de surcharge d'oxide dans les différens traitemens qu'on lui fait subir. On va voir que l'examen de celui-ci pourra naturellement conduire à la connaissance des deux autres. Le nitrate de mercure, placé sur un charbon ardent, détone faiblement, quoiqu'avec une flamme blanche assez vive et assez rapide, lorsqu'on a eu soin de le faire bien égoutter, et même de le sécher auparavant entre deux papiers ; lorsqu'il est humide, il se fond, se noircit, éteint la portion du charbon allumé qu'il occupe, jette de petits éclairs rougeâtres avec une légère décrépitation sur ses bords desséchés. Le nitrate avec excès d'oxide est moins sensible encore comme détonant. Celui avec excès d'acide bouillonne, coule très-vîte, se boursoufle beaucoup, exhale beaucoup de vapeur rouge, et ne détone que très-faiblement. Si on chauffe le nitrate de mercure neutre dans un creuset sans le contact de matière combustible, il se fond, exhale du gaz nitreux, devient jaune

foncé, passe bientôt à l'orangé, et de là au rouge brillant : dans cet état on le nommait autrefois *précipité rouge ;* dans la nomenclature méthodique, on l'a désigné par l'expression *d'oxide de mercure rouge par l'acide nitrique.* On le prépare souvent pour en former un *escarotique* en chirurgie, en chauffant et en décomposant le nitrate dans des fioles à médecine. On l'obtient alors, si l'opération est faite avec lenteur et précaution, sous la forme de belles écailles brillantes, du plus beau pourpre, d'une âcreté considérable. Il ne contient plus d'acide lorsqu'il est bien préparé et bien homogène : ce n'est plus qu'un oxide de mercure rouge et pur, en tout semblable à celui qu'on obtient par la simple oxidation à l'air ; et les chimistes qui ont attribué sa causticité à la présence de l'acide nitrique se sont trompés. Lorsqu'il en retient encore, c'est qu'il n'est pas véritable précipité rouge, c'est qu'il n'a pas été assez chauffé, et qu'il recèle encore des portions de nitrate de mercure jaune, qui, avec la partie d'oxide rouge formé, constituent une poudre orangée : aussi, pour être bien préparé, faut-il qu'il soit d'un beau rouge pourpre vif, sans mélange de jaune, vert, orangé ou clair. Il est bien évident que son âcreté tient à l'oxigène et à son état de véritable oxide rouge. On peut bien trouver quelque avantage pour la chirurgie à ne pas pousser entièrement sa décomposition jusque-là, à y laisser un peu d'acide nitrique pour le rendre plus promptement et plus énergiquement caustique ; mais ce n'est pas là le véritable précipité rouge des chimistes, qui doivent le pousser jusqu'à ce qu'il ne contienne plus d'acide. Cette expérience prouve qu'à une haute température l'oxide de mercure blanc, uni sous forme saline à l'acide nitrique, décompose cet acide, lui enlève son oxigène, le porte à l'état d'oxide d'azote, passe lui-même jusqu'au *maximum* de son oxidation, et fait voir que c'est un commencement de cette action qui a lieu toutes les fois qu'on chauffe ce sel même en dissolution, lorsque surtout on le fait passer de l'état de nitrate neutre à celui de nitrate avec excès d'oxide et décomposable par l'eau.

85. On voit encore mieux ce qui se passe dans cette décomposition du nitrate de mercure par le feu, lorsqu'on fait l'expérience dans une cornue; tant qu'il est fondu et jaune, il donne de l'eau acidule et du gaz nitreux. Du moment qu'il est devenu rouge, il ne fournit plus que du gaz oxigéné, mêlé sur-tout vers la fin d'un peu de gaz azote. Il faut, pour obtenir ce dernier produit, un feu plus fort que pour les premiers. A mesure que le gaz oxigéné se dégage, l'oxide se réduit et passe à l'état de mercure coulant, comme l'oxide *per se*, dont il ne diffère que par la petite portion de gaz azote, provenant de l'acide nitrique qu'on trouve parmi ses produits aériformes. C'est de cette belle expérience que Lavoisier s'est servi pour commencer l'analyse de l'acide nitrique, et c'est par elle qu'il s'est élevé peu à peu à la connaissance générale de la nature des autres acides, et de la théorie de l'acidification.

86. Le nitrate de mercure pur et neutre, exposé à l'air en cristaux, s'altère sans cesse; il absorbe peu à peu de l'oxigène atmosphérique; il passe de la couleur blanche à la couleur jaune; on ne peut le conserver sans altération que dans des vaisseaux bien fermés: lorsqu'il a pris une teinte jaune à sa surface, si on essaie de le dissoudre dans l'eau, il s'en sépare une poussière de la même couleur; pâle, si l'eau est froide; plus foncée, si elle est bouillante. C'était le *turbith nitreux* de Monnet, et on en connaît la formation d'après ce qui a été dit ci-dessus. Cette poudre est un oxide jaune retenant un peu d'acide nitrique; c'est un nitrate avec excès d'oxide de mercure qui passe plus facilement et plus promptement à l'état de précipité ou d'oxide rouge lorsqu'on le chauffe, parce qu'il a déja éprouvé une partie de sa décomposition comme nitrate de mercure. L'eau bouillante fonce sa couleur, non seulement parce quelle favorise son union avec l'oxigène atmosphérique, mais encore parce qu'elle en sépare une portion de nitrate de mercure blanc qui lui est encore mêlé: on remarque même

que cette espèce de *turbith nitreux* est plus oxidé que celui qui est fait par l'acide sulfurique ; parce qu'il est bien plus surchargé d'oxigène par le premier que par le second de ces acides. Aussi passe-t-il promptement à l'état d'oxide rouge par l'action du feu, tandis que celui qui provient de l'acide sulfurique n'éprouve que très-difficilement ce genre de décomposition.

87. On doit facilement comprendre que le nitrate de mercure n'est complétement dissoluble dans l'eau que lorsqu'il est bien blanc et bien pur ; on a observé que celui qui est avec excès d'acide s'altère moins à l'air et jaunit bien moins que le neutre, et qu'en général, à une basse température, un excès d'acide nitrique s'oppose à l'oxidation du mercure et rend le nitrate de ce métal plus permanent et moins décomposable qu'il ne l'est dans l'état pur. C'est d'ailleurs là un phénomène général dans toutes les combinaisons des oxides métalliques avec les acides. Comme ceux-ci ne peuvent dissoudre les oxides qu'à un certain terme d'oxidation, au-delà duquel ces derniers ne peuvent pas s'y unir ou s'en séparent, les acides qui leur sont combinés les retiennent, arrêtent leur oxidabilité par l'air, en retardent au moins les progrès en raison de l'adhérence qu'ils ont contractée avec eux, et cette oxidabilité reprend toute sa force au moment où les oxides sont séparés des acides. On a vu l'exemple le plus frappant de cet effet dans l'histoire du manganèse.

88. Le nitrate de mercure est décomposé par toutes les matières alcalines, avec des phénomènes différens, suivant son état, et spécialement suivant le degré d'oxidation de l'oxide qu'il contient ; car cette condition-là influe plus sur la différence des précipités que celle de la proportion d'acide nitrique. Bergman distinguait les deux dissolutions de mercure, celle qui ne précipite point par l'eau ou qui est en bon état par rapport à son usage comme réactif, de celle qui précipite, et qui, sous le même point de vue, est en mauvais

état, par la diversité des précipités que chacune d'elles est susceptible de donner à l'aide des matières alcalines. La première donne, suivant lui, par la potasse, un oxide d'un blanc tirant au jaune; par le carbonate de potasse, un oxide blanc; par l'ammoniaque, un oxide d'un gris noir; par l'acide sulfurique et les sulfates, une poudre blanche grenue; par l'acide muriatique et les muriates, un précipité épais comme du caillé. La seconde, plus âcre, moins cristallisable, donne par les alcalis fixes des précipités plus jaunes ou plus bruns; par l'ammoniaque, un précipité blanc; par l'acide sulfurique et les sulfates, un précipité jaunâtre; et par l'acide muriatique, un caillé plus abondant. Voici les faits que j'ai observés sur la décomposition du nitrate de mercure avec excès d'acide par l'ammoniaque; cet alcali le précipite en poudre noire, très-peu abondante lorsqu'on en met abondamment. Si on n'en met que peu, le précipité est blanchâtre ou grisâtre; la dissolution claire qui surnage le précipité, donne beaucoup de précipité blanc quand on l'étend d'eau; on obtient le même dépôt blanc en mêlant du nitrate de mercure et du nitrite d'ammoniaque; en évaporant la liqueur qui a été troublée par l'eau, elle dépose des cristaux prismatiques à six pans, à mesure que l'ammoniaque libre se volatilise. Le précipité blanc est un sel triple, espèce de nitrate ammoniaco-mercuriel très-peu soluble, avec excès d'oxide de mercure et d'ammoniaque relativement à la dose de l'acide nitrique, dans lequel l'oxide de mercure paraît saturer de l'ammoniaque et former une sorte de *mercuriate ammoniacal.* Il est composé en effet de 68.20 d'oxide de mercure, de 16 d'ammoniaque, et de 15.80 d'acide nitrique et d'eau.

89. La combinaison de l'oxide de mercure avec l'acide muriatique forme deux composés très-importans, dont les chimistes se sont beaucoup occupés depuis près d'un siècle, et qui ont sur-tout été le sujet de très-belles découvertes dans la doctrine pneumatique. On peut dire même que malgré les faits

nombreux qui avaient été apperçus et décrits sur les sels avant l'établissement de cette doctrine, étaient plus propres à obscurcir qu'à éclairer la connaissance de leurs propriétés. Il en est du rapport de ces faits avec la théorie pneumatique, comme de tous ceux qui appartiennent à l'importante histoire du mercure; on trouve dans leur exposition ou leur ensemble, d'un côté, le véritable fondement de la doctrine des chimistes français, et de l'autre la seule explication heureuse de leurs causes et de leurs effets. Cette double raison exige qu'on recherche avec soin, et qu'on examine en détail tout ce qui appartient à l'union de ces substances. Les Arabes ont eu quelques notions, dans les dixième et onzième siècles, des muriates de mercure; les alchimistes les ont les premiers découverts et décrits parmi les expériences qu'ils ont faites sur la pierre philosophale; les chimistes pharmacologistes s'en sont spécialement occupés. Bergman en a fait un long examen, mais n'en a pas connu la nature, ni même soupçonné la différence, en 1769, époque, à la vérité, où il était impossible de rien comprendre encore à leurs différences et à leur composition. Le citoyen Berthollet est le premier qui, après ses recherches sur l'acide muriatique oxigéné, ait expliqué les deux états principaux de muriate de mercure, et mis dans le plus grand jour leurs caractères distinctifs, d'après des expériences ingénieuses. Depuis ses découvertes, l'histoire de ses importantes combinaisons n'a plus rien présenté d'obscur, et elle est vraiment devenue un des triomphes de la doctrine pneumatique, comme on va le voir d'après l'exposé que je me propose d'en faire.

90. L'acide muriatique n'a aucune action sur le mercure, ni à froid ni à chaud. On a cependant prétendu qu'en faisant rencontrer cet acide et ce métal en vapeur, ils s'unissaient et formaient un composé salin sublimé. Poulletier-de-la-Salle, éditeur français de la Pharmacopée de Londres, cite une expérience dans laquelle il a fait, par ce procédé, du mu-

riate de mercure corrosif ; mais il est évident qu'on ne peut avoir ainsi qu'une bien petite quantité de sel, puisque le mercure, même en vapeur, n'ayant d'action ni sur l'eau, si sur l'acide muriatique, et ne pouvant enlever de l'oxigène ni à l'un ni à l'autre de ces corps, ne peut s'unir à cet acide qu'autant qu'il se sera d'abord oxidé par l'air de l'appareil : et quelque grand que soit celui-ci, il est difficile que le métal puisse s'oxider sensiblement par ce simple procédé. Aussi les auteurs qui ont indiqué ce procédé, conviennent-ils tous qu'il ne fournit que bien peu de sel, et qu'il est plus curieux qu'utile.

91. Mais si l'acide muriatique n'a aucune action sur le mercure, il en a une très-forte sur les oxides de ce métal, comme Margraff l'a fait voir le premier en 1746. Suivant l'état d'oxidation de ces oxides et la quantité d'oxigène qu'ils contiennent, la manière dont ils sont attaqués par l'acide muriatique est différente. A peine l'oxide noir est-il susceptible de s'y unir. L'oxide blanc l'absorbe et forme avec lui un muriate noire, insoluble s'il est peu oxidé, et un muriate soluble s'il l'est davantage : car beaucoup de faits prouvent que l'oxide blanc de mercure peut varier en oxidation. L'oxide jaune, et sur-tout l'oxide rouge, mis en contact avec l'acide muriatique, font une effervescence sensible ; il se dégage de l'acide muriatique oxigéné, et l'oxide, en passant à la couleur blanche, s'unit à l'autre portion d'acide muriatique, de manière à former un muriate soluble. Ces phénomènes prouvent que l'attraction entre les oxides de mercure et l'acide muriatique est très-forte, et annoncent déja qu'il peut y avoir deux genres de combinaison entre ces corps.

92. C'est à cette attraction qu'est due la manière dont cet acide se comporte avec les dissolutions de mercure dans les acides sulfurique et nitrique : il enlève en général l'oxide de mercure à ces acides ; mais il produit un effet double avec ces deux sels, suivant leur état. Si on traite le sulfate de mercure jaune ou le nitrate métallique précipitant par l'eau, ainsi que

le nitrate de mercure jaune solide avec l'acide muriatique, on forme un muriate soluble, qu'on nomme *muriate de mercure corrosif*, à cause de son excessive âcreté, et quelquefois *muriate suroxigéné de mercure*, à cause de la surabondance d'oxigène que le sel ainsi préparé tient dans sa composition. Si au contraire on traite, par cet acide, du sulfate de mercure acide ou neutre, et du nitrate de mercure non précipitant par l'eau, on obtient dans les liqueurs mêlées un précipité lourd, en caillé, blanc, indissoluble, peu sapide, qu'on nommait autrefois *mercure doux*, et que nous désignons aujourd'hui par le nom de muriate de mercure ou de muriate de mercure doux. Il faut observer qu'on obtient les mêmes résultats, soit qu'on traite au feu des muriates alcalins et sur-tout du muriate de soude avec les sulfates ou les nitrates de mercure, soit qu'on mêle des dissolutions de ces divers sels réciproquement. La seule différence dans les produits, c'est que les muriates de mercure sont volatilisés dans le premier cas, et précipités ou obtenus par l'évaporation des liqueurs dans le second; et comme on a presque toujours préparé ces sels en chimie par la voie sèche, on en a nommé les produits *sublimés corrosif* ou *doux*.

93. Quand on met en contact du mercure coulant avec de l'acide muriatique oxigéné liquide, le métal est promptement oxidé, converti en poudre noire et grise, qui se dissout dans cet acide lorsque sa proportion est assez grande. Cette dissolution s'opère sans effervescence et sans mouvement, parce que le mercure, en enlevant l'oxigène, n'a pas ici besoin de dégager ce principe d'un autre qui soit obligé de s'échapper en gaz. Si la dose d'acide muriatique oxigéné n'est que peu abondante, il se forme une poudre blanche qui est *du muriate mercuriel doux*: si on augmente la proportion de l'acide oxigéné, la poudre saline se redissout, et la liqueur tient alors en dissolution *du muriate mercuriel corrosif*. On voit que ce procédé, fort simple et fort expéditif, est un des meilleurs qu'on puisse employer

pour préparer ces sels, quoique je ne sache point qu'on l'ait encore mis en pratique dans les manufactures, où il sera tôt ou tard adopté, et où il suffira de chauffer dans des appareils fermés, convenables aux sublimations, une espèce de pâte ou de mélange fait avec le sulfate de fer, le muriate de soude, l'oxide de manganèse et le mercure coulant; on variera les doses pour avoir ou du muriate corrosif ou du muriate doux; la théorie de ces opérations est très-simple. Le sulfate de fer, chauffé, laisse dégager son acide sulfurique qui chasse du sel marin l'acide muriatique; celui-ci se portant sur l'oxide de manganèse, passe à l'état oxigéné, cède bientôt son oxigène au mercure et s'unit à son oxide en *muriate doux* si l'acide muriatique n'est que peu abondant, en *muriate corrosif* si la quantité est plus considérable : ainsi il sera suffisant de varier les doses respectives pour avoir l'un ou l'autre de ces produits.

94. Il est aisé de concevoir d'après cela que l'acide muriatique oxigéné doit dissoudre bien plus facilement encore tous les oxides de mercure que ce métal liquide; aussi n'en est-il aucun avec lequel il ne se forme presque sur-le-champ, et au moment du contact, du muriate suroxigéné et corrosif. Aussi lorsqu'on mêle cet acide avec des sulfates de mercure en quelqu'état qu'ils soient, les convertit-il tous en muriate corrosif; et si on l'ajoute aux dissolutions nitriques, en redissout-il constamment les précipités qu'il y occasionne d'abord, lorsqu'on le met en quantité suffisante : il y a même des cas où il ne fait pas de précipité sensible dans la dissolution nitrique de mercure; quelquefois même, celle-ci, lorsqu'elle contient un oxide de mercure très-oxidé, ne se trouble point par l'acide muriatique ordinaire, qui y forme alors du muriate de mercure corrosif : preuve que la proportion considérable d'oxigène est la seule condition nécessaire à la composition du muriate suroxigéné de mercure, et qu'il est indifférent que cette proportion soit fournie par l'acide ou par l'oxide.

95. Il y a donc deux combinaisons très-différentes entre l'acide muriatique et l'oxide de mercure, qui ont un grand rapport avec celles qui ont été distinguées également dans l'histoire du sulfate et du nitrate du même métal, tenant, comme dans ceux-ci, à la proportion de l'oxigène, et qu'il est essentiel de décrire et d'étudier en particulier. On verra même bientôt qu'il y en a une troisième avec excès d'acide. Ce qu'on a déja dit sur la nature générale de ces muriates, a dû suffire pour prouver qu'on peut les préparer d'un grand nombre de manières différentes. Aussi les auteurs ont-ils singulièrement varié entre eux pour les procédés propres à former ces deux sels. Wallerius en comptait déja dix de son temps pour fabriquer le sublimé corrosif. Bergman, dans sa Dissertation écrite en 1769, en a décrit un grand nombre; mais il en est de plus généralement adoptés à cause de leur simplicité et de leur succès. Quoique j'en aie indiqué plus haut un nouveau qui peut remplir le but des fabricans de ces sels. Je donnerai ici quelques-unes des méthodes les plus répandues pour préparer le muriate suroxigéné de mercure, par lequel je commencerai leur histoire, et je suivrai la même marche par rapport au muriate de mercure doux, dont je parlerai ensuite.

96. Le plus souvent on mêle parties égales de nitrate de mercure desséché, de muriate de soude décrépité, et de sulfate de fer calciné au blanc; on met ce mélange dans un matras dont les deux tiers doivent rester vides; on plonge ce vaisseau dans un bain de sable qu'on chauffe par degrés jusqu'à faire rougir le fond du matras. On attend que l'appareil soit bien refroidi pour le casser et en extraire le muriate de mercure suroxigéné et corrosif qui se trouve sublimé au haut du matras. Dans cette opération, l'acide sulfurique dégagé du sulfate de fer par l'action du feu décompose le muriate de soude, dont l'acide muriatique sépare l'acide nitrique du nitrate de mercure en lui enlevant une portion de son oxigène: ainsi surchargé de ce principe, il s'unit à l'oxide mercuriel avec lequel

il forme le muriate corrosif; il se dégage du gaz nitreux, il reste au fond du vaisseau une masse rouge colorée par l'oxide de fer, d'où l'on extrait par l'eau du sulfate de soude. On assure que dans les fabriques en grand de Hollande, on obtient ce produit en exposant à un grand feu un mélange à parties égales de mercure, de muriate de soude et de sulfate de fer. Dans ce procédé, indiqué par beaucoup d'auteurs, il paraît que l'oxide de fer rouge, résidu de la décomposition du sulfate, cède assez d'oxigène à l'acide muriatique pour lui donner la propriété de se porter sur le mercure, de s'y combiner et de le réduire à l'état du muriate suroxigéné. Il est encore possible d'obtenir le même sel en traitant au feu des mélanges de sulfate de fer, de muriate de soude et d'oxides de mercure divers obtenus par la précipitation de ses dissolutions à l'aide des alcalis.

97. Boulduc a fait revivre un ancien procédé de Kunckel, qui réussit aussi très-bien, et qui est plus simple que les précédens; il consiste à chauffer dans un matras un mélange à parties égales de sulfate acide de mercure desséché, et de muriate de soude décrépité. Dans ce cas, après la sublimation du muriate suroxigéné du mercure, il reste du sulfate de soude pur et seul au fond du vaisseau. Ce procédé est celui de tous qui fournit le muriate suroxigéné de mercure le plus pur; car celui de Hollande est ordinairement mêlé d'oxide de fer, ou peut-être de muriate de fer, qui, se décomposant à chaque sublimation qu'on lui fait éprouver, laisse toujours au fond des vaisseaux sublimatoires un peu d'oxide de ce métal. Ce qui a été dit du sulfate de mercure dans les numéros précédens, explique facilement la production du muriate suroxigéné de mercure, qui a lieu dans ce procédé de Kunckel. La forte oxidation du mercure suffit ici comme lorsqu'on met de l'acide muriatique en contact avec un oxide de ce métal : c'est le cas du sulfate jaune, qui, comme on l'a déja exposé plus haut, forme constamment du muriate suroxigéné de mercure avec l'acide

muriatique. Monnet assure qu'en traitant du muriate de soude dans un vaisseau sublimatoire avec l'oxide de mercure précipité de sa dissolution nitrique par l'alcali fixe, on obtient aussi du sublimé corrosif. Cette expérience, qui paraît contradictoire avec les attractions connues, demande à être répétée ; aucun chimiste, depuis celui qui l'a proposée, n'en a encore confirmé le succès.

98. On peut préparer promptement du muriate suroxigéné de mercure, en versant dans une dissolution nitrique de ce métal, de l'acide muriatique oxigéné, et en évaporant la liqueur lorsqu'elle contient ce dernier acide en surabondance : l'acide du nitre se dégage en vapeur ; une partie de l'acide muriatique oxigéné se volatilise ; et le liquide donne, après une suffisante évaporation et en le laissant refroidir, des cristaux réguliers et purs de muriate mercuriel corrosif. Ce procédé simple, sans appareil comme sans danger de vapeur, est surtout très-propre à être employé dans les laboratoires pharmaceutiques ; et son produit, comme très-pur, peut spécialement être consacré aux usages médicinaux : il n'est pas nécessaire de sublimer le sel ainsi obtenu.

99. Le muriate oxigéné ou suroxigéné de mercure a une saveur extrêmement âcre et caustique. Lorsqu'on en met une parcelle sur la langue, il laisse pendant long-temps dans la bouche une sensation de stypticité métallique très-forte et très-désagréable. Cette impression, propagée jusqu'à la gorge et au larynx, y porte un resserrement spasmodique, et un sentiment de strangulation qui dure plusieurs heures, et qui est très-pénible pour les sujets nerveux. Son action est bien plus vive encore sur l'estomach et les intestins ; s'il reste quelques momens appliqué à leurs parois, il les corrode, les perce ou les enflamme, et les sphacèle ; les lieux qu'il a touchés tombent en escarres gangreneuses. Avant ce terrible effet, il excite des douleurs déchirantes, des nausées, des vomissemens, des convulsions, des faiblesses, et tous les symptômes affreux avant-

coureurs de la mort prompte qu'il occasionne ; c'est un des corps qui, après avoir violemment excité les mouvemens vitaux, les affaiblit et les arrête ensuite avec le plus d'énergie, et fait tomber rapidement en mortification les parties qu'il touche, par son action chimique et délétère. On reconnaît facilement les effets destructeurs d'un caustique, d'un comburant bien actif, dans les traces qu'il laisse après son action. Les anciens chimistes expliquaient ces effets du muriate suroxigéné de mercure par la présence de l'acide. Rien n'est plus faux que cette théorie, et tout prouve aujourd'hui que c'est à l'état d'oxidation du mercure que cette action est due. Qu'on juge, d'après ces faits, quel danger il y a de prescrire le muriate suroxigéné de mercure sous forme solide, comme le font cependant si inconsidérément des hommes peu éclairés.

100. La forme du muriate suroxigené de mercure est extrêmement variée. Par la sublimation il donne un grand nombre d'aiguilles ou de prismes très-fins, serrés les uns contre les autres, qui paraissent être tétraédriques et comprimés. Les auteurs les ont comparés à des barbes de plumes et à des lames de poignard. Quand il est cristallisé par l'eau, il est ou en cubes ou en parallélipipèdes obliques, ou en prismes très-déliés. Quelquefois il donne des prismes quadrangulaires, à pans alternativement étroits et larges, terminés par des sommets cunéiformes, et présentant deux plans inclinés. On dit aussi l'avoir obtenu en prismes hexaèdres très-réguliers. En général, il offre des pointes aiguës à ses extrémités ; et des chimistes ont abusé de cette forme pour le comparer à des pointes d'épée ou de poignard, croyant expliquer par là son effet sur l'économie animale, qui est bien loin d'être le produit d'une action mécanique. Les physiciens ont également varié entre eux dans l'appréciation de sa pesanteur spécifique. On la trouve estimée à 6,325 dans la Physique de Coste, tandis que Muschenbroëck la faisoit monter jusqu'à 8,000.

101. Ce sel est assez volatil, et c'est pour cela qu'on

lui a donné le nom de *sublimé corrosif*. Il se réduit facilement en vapeur dans l'air, et cette vapeur est très-dangereuse quand on la reçoit dans la poitrine. Il n'est point décomposable par l'action du calorique, et ne donne point de gaz oxigéné, quoi qu'en aient dit quelques auteurs modernes. Si cela était, il deviendrait du muriate de mercure doux, et il est bien reconnu qu'il n'éprouve point cette conversion par l'action du feu. Il est inaltérable à l'air, où cependant il perd un peu de sa transparence, et devient blanc, opaque, pulvérulent à sa surface. Il est dissoluble dans environ vingt parties d'eau froide : l'eau chaude en dissout un peu davantage; il cristallise cependant très-peu par le refroidissement, et on n'en obtient des cristaux réguliers que par l'évaporation lente. L'acide sulfurique le rend beaucoup plus dissoluble, mais il le précipite par le refroidissement, et sans altération; ce qui est d'accord avec la décomposition du sulfate de mercure par l'acide muriatique et les muriates. L'acide muriatique produit le même effet sur le muriate suroxigéné de mercure, y adhère sensiblement, et fait varier sa cristallisabilité, puisqu'on ne l'obtient plus ensuite que sous celle de petites aiguilles, ou puisqu'on ne peut plus le faire cristalliser : l'acide nitrique exhale en le dissolvant des vapeurs d'acide muriatique oxigéné, suivant Bergman, qui assure cependant qu'on peut l'obtenir ensuite sous sa forme cristalline, sans qu'il ait perdu ni de son poids ni de ses propriétés.

102. Toutes les matières terreuses et alcalines ont la propriété de décomposer le muriate suroxigéné de mercure, et de précipiter sa dissolution. Bergman remarque que les alcalis fixes y forment en général un précipité rouge, mais que ce précipité varie suivant la proportion de l'acide qu'il croit variable, et qu'il se rapproche du blanc quand la quantité de l'acide est très-abondante. Il faut observer, à cet égard, que le muriate suroxigéné de mercure bien neutre, verdissant le sirop de violettes, d'une forme cristalline régulière, est un sel

métallique identique, et qui ne varie point dans la proportion de ses principes; c'est par une ancienne erreur, reconnue depuis long-temps, qu'on y admettait un acide très-abondant; il ne peut contenir d'acide excédant que quand il est mal préparé : sa dissolution pure et neutre précipite toujours, par les alcalis fixes, un oxide d'abord jaune orangé, qui devient ensuite rouge de brique, à mesure qu'il absorbe de l'oxigène atmosphérique, comme le prouve l'identité de la couleur qui commence à la partie supérieure de la liqueur. Les carbonates alcalins y forment un précipité moins foncé, d'une couleur simplement jaune, et qui ne se fonce pas comme le premier, parce que l'acide carbonique empêche l'absorption de l'oxigène. La dissolution de muriate suroxigéné de mercure est un bon réactif pour reconnaître la présence d'un alcali dans une liqueur; car elle est précipitée très-sensiblement en jaune ou en rouge par la moindre quantité possible de cette base.

103. On prépare, pour l'usage pharmaceutique, sous le nom d'eau *phagédénique*, à cause de son âcreté, un mélange de trois cents parties environ d'eau de chaux, et d'une partie de muriate de mercure suroxigéné; il se produit sur-le-champ un précipité jaune qui passe bientôt au brun, et qui n'est qu'un oxide mercuriel susceptible d'agir comme un léger escarotique, quelque peu abondant et quelqu'étendu d'eau qu'il soit : on s'en sert en chirurgie, et l'on a soin d'agiter la liqueur à chaque fois qu'on veut l'employer.

104. On sait depuis long-temps que l'ammoniaque ou alcali volatil précipite la dissolution de muriate suroxigéné de mercure en blanc, mais on ne connaissait point la nature de ce précipité. Voici les expériences qui me l'ont fait connaître. Cent parties de muriate de mercure corrosif, mêlées avec l'ammoniaque en excès, m'ont donné quatre-vingt-six parties de ce précipité blanc bien sec; tandis que la soude ne m'a fourni que soixante-quinze parties d'oxide briqueté.

Ce précipité blanc n'a d'abord qu'une saveur terreuse, qui devient métallique et désagréable après quelques momens ; l'eau ne paraît pas le dissoudre. Distillé dans une cornue, il donne de l'ammoniaque en gaz et liquide, du gaze azote, et 0.86 de muriate de mercure doux. L'acide sulfurique a formé avec cette substance du muriate corrosif et du sulfate ammoniaco-mercuriel. L'acide nitrique a converti ce précipité en muriate corrosif et en nitrate ammoniaco-mercuriel ; l'acide muriatique l'a tout-à-fait dissous et a formé un muriate mercurio-ammoniacal dissoluble, vrai *sel alembroth*, des anciens chimistes, dont je parlerai plus bas. Une analyse exacte m'a prouvé que ce précipité contenait 0.81 d'oxide de mercure, 0.16 d'acide muriatique, et 0.03 d'ammoniaque ; il restait dans la liqueur surnageant le précipité du muriate d'ammoniaque pur. La grande différence de la précipitation du muriate suroxigéné de mercure de celle des sulfate et nitrate du même métal, consiste en ce qu'il n'y a point d'oxide de mercure réduit, et en ce que le précipité est tout entier un sel triple indissoluble. Cela indique que l'ammoniaque, sans décomposer le muriate suroxigéné de mercure et sans en séparer d'oxide, forme un sel triple où cet oxide, plus abondant que dans le sublimé corrosif, est saturé par l'ammoniaque, qu'il sature en même temps à la manière d'un acide.

105. Toutes les précipitations du muriate suroxigéné par les matières alcalines conduisent à connaître les proportions des principes de ce sel, et cependant on n'a point encore à cet égard une détermination exacte. Suivant Tackenius, le mercure y est à l'acide comme $3\frac{1}{2} : 1$. Lémery indique cette proportion $:: 5\frac{1}{2} : 1$. Bergman, qui paraît se rapprocher le plus de la vérité, dit, dans sa Docimasie humide, que cent parties de muriate suroxigéné de mercure contient 24.5 d'acide muriatique, et 75.5 de mercure ; mais il y a une erreur dans cette estimation : car si ce sel contient 0.75 de mercure coulant, comme Bergman l'annonce, il est évident que sur

les 24.5 d'acide il faut défalquer la proportion de l'oxigène, qui ne peut aller à moins de 9 à 12 sur les 75.5 de métal : donc il doit y avoir un plus 15.5 d'acide muriatique, ou au moins 12.5 de cet acide dans cent parties de muriate suroxigéné de mercure. C'est à de nouvelles expériences à déterminer ce qui peut manquer à cette appréciation, qui ne peut être encore qu'approximée.

106. La dissolution de muriate suroxigéné de mercure est décomposée par l'eau chargée de gaz hidrogène sulfuré, ainsi que par les sulfures hidrogénés, et par les hidrosulfures alcalins. Ces combustibles mixtes donnent tous également un précipité d'oxide de mercure sulfuré noir, qui passe plus ou moins promptement à la couleur rouge; et l'odeur fétide des sulfures hidrogénés est détruite. On fait aussi un oxide sulfuré noir ou rouge par la voie humide à l'aide de ce procédé. Le phosphore, qui décompose facilement le nitrate de mercure quand on le tient quelque temps plongé dans sa dissolution, n'opère pas si aisément la décomposition du muriate suroxigéné de mercure, parce que ses principes sont plus adhérens que ceux du nitrate. Le gaz hidrogéné phosphoré le précipite en poudre noire. Il n'y a point d'action de la part du carbone sur ce sel, ni à froid ni à chaud.

107. Parmi les sels examinés jusqu'ici, on ne connaît bien que les effets du muriate ammoniacal sur le muriate suroxigéné de mercure. Depuis long-temps cette combinaison a été découverte et examinée par les alchimistes, qui l'ont nommée *sel alembroth* ou *sel de la sagesse*, parce qu'ils ont beaucoup compté sur ses propriétés pour la réussite du grand œuvre, et parce que tout ce qui les flattait, dans ce genre, de l'espoir chimérique d'un succès, était décoré dans leur langage comme dans leur opinion d'un titre pompeux. C'est peut-être le premier sel triple découvert et connu. Le muriate d'ammoniaque rend le muriate suroxigéné de mercure beaucoup plus soluble qu'il ne l'est naturellement, puisqu'une partie du premier,

dissous dans trois d'eau, en rend près de cinq du second, dissoluble dans la même liqueur, tandis qu'il faudrait à ces cinq parties du dernier près de cent parties d'eau pour le dissoudre s'il était seul. Dans cette expérience, il se produit de la chaleur, à cause de la densité que prend la liqueur; et celle-ci se solidifie ensuite par le refroidissement : on peut donc penser que son état liquide dépend de l'élévation de température qui accompagne la dissolution. Le muriate ammoniaco-mercuriel est également formé, ou plutôt il n'est pas décomposé par la sublimation, et les deux sels unis qui le constituent conservent leur adhérence et leur combinaison réciproques dans la volatilisation qu'on leur fait subir. Quand on traite ce sel triple, fait à partie égale des deux sels, par un carbonate alcalin, on obtient en précipité blanc le premier sel triple, formé d'autres proportions, qui a été décrit ci-dessus dans l'histoire de la précipitation du muriate suroxigéné de mercure par l'ammoniaque. On nomme en pharmacie, le sel obtenu par ce dernier procédé *mercure précipité blanc*, quoique ce nom soit aussi donné au muriate de mercure doux formé par l'acide muriatique versé dans une dissolution de nitrate de mercure : on appelle aussi ce dernier précipité *mercure cosmétique*, ou *lait de mercure*. Pour distinguer cette espèce de précipité blanc ou muriate triple de mercure et d'ammoniaque, de celui qui est soluble, et nommé autrefois *sel alembroth*, je désigne ce dernier par le nom de *muriate ammoniaco-mercuriel soluble*, et le premier par celui de *muriate mercurio-ammoniacal insoluble*.

108. Le muriate suroxigéné de mercure est décomposable à chaud par beaucoup de substances métalliques, qui ont plus d'attraction pour l'oxigène que n'en a le mercure. Ces décompositions donnent, d'une part, du mercure réduit sous forme liquide, et de l'autre des muriates métalliques quelquefois suroxigénés, qui sont tous plus ou moins volatils, concrescibles par le froid, fusibles à une chaleur douce, décomposables par l'eau : on les nommait autrefois *beurres*

métalliques ; ils sont plus ou moins utiles dans les arts ou dans la pharmacie. On remarque encore que ces décompositions du muriate suroxigéné de mercure sont opérées par les sulfures ou les oxides sulfurés des mêmes métaux, et qu'au lieu d'avoir alors du mercure coulant, on obtient de l'oxide de mercure sulfuré rouge. Il faut observer de plus que les oxides de ces métaux seuls ne décomposent point ordinairement le muriate suroxigéné de mercure, parce que cette décomposition ne pouvant s'opérer que par l'attraction de ces métaux pour l'oxigène qu'ils enlèvent au mercure, ils ne peuvent plus produire cet effet quand ils en sont saturés. Ainsi, l'oxide d'arsenic, ceux de bismuth et d'antimoine, ne décomposent point seuls le muriate suroxigéné de mercure, tandis que leurs métaux le décomposent ; mais ces oxides, unis au soufre, le décomposent, parce que l'oxide de mercure est attiré par le soufre : tandis que l'acide muriatique attire de son côté chacun de ces oxides, qu'il convertit en muriate volatil.

109. Cette théorie générale de l'action des métaux et des sulfures métalliques sur le muriate de mercure suroxigéné, s'applique facilement à chacune des décompositions particulières qu'on opère de ce sel par ces corps.

a. En distillant à une chaleur douce deux parties de muriate suroxigéné de mercure avec une partie d'arsenic métallique, auparavant pulvérisés et bien mêlés dans un mortier de verre, il passe dans le récipient une matière de la consistance de l'huile, transparente, dont une partie se fige en une espèce de gelée, et qu'on a nommée *huile corrosive* ou *beurre d'arsenic* : c'est du *muriate d'arsenic sublimé* ; le mercure coulant passe ensuite. Le muriate arsenical est décomposé par l'eau, qui en précipite de l'aide arsenieux. Ce même sel âcre et caustique détruit promptement les organes des animaux.

b. Parties égales d'oxide d'arsenic sulfuré et de muriate

suroxigéné de mercure donnent par la distillation du muriate d'arsenic et de l'oxide de mercure sulfuré rouge, qu'on a nommé autrefois *cinnabre d'arsenic.*

c. Deux parties de muriate de mercure corrosif et une partie de bismuth distillées donnent pour produit un liquide épais, congelé en partie comme une graisse très-fusible, précipitable par l'eau, désigné par le nom de *beurre de bismuth*, et qui est du muriate de bismuth sublimé. Le mercure reste uni à une partie du bismuth en amalgame cristallisée, ou se volatilise en partie. Poli, qui a décrit cette expérience en 1713, dans les Mémoires de l'Académie, annonce qu'en distillant plusieurs fois ce *beurre* de bismuth, il reste dans la cornue une poudre brillante, nacrée, de la couleur des perles, grasse, onctueuse, douce au toucher, et assez belle pour qu'il l'ait proposée aux peintres.

d. En broyant une partie d'antimoine en poudre avec deux parties de muriate de mercure suroxigéné, il s'excite de la chaleur qui indique une très-forte action entre les deux corps, et qui ne provient que du passage et de la fixation de l'oxigène du mercure dans l'antimoine. Ce mélange, distillé dans une cornue de verre, à un feu doux, donne un liquide épais, d'apparence graisseuse, un peu fumant, qui se fige dans le récipient et dans le col de la cornue, au bec de laquelle il pend en stalactite, en une masse blanche grisâtre, souvent cristalliforme, et rayonnée à sa surface. Ce produit pèse un quart de plus que l'antimoine : on le nommait autrefois *beurre d'antimoine;* on l'appelle aujourd'hui *muriate d'antimoine sublimé.* Quand ce sel a passé, et qu'on arrête l'opération, le résidu est alors une sorte d'amalgame d'antimoine : une portion de ce dernier métal surnage sous la forme d'une poudre grise. En continuant de chauffer, et en changeant de ballon, après avoir obtenu le muriate d'antimoine on obtient le mercure coulant. Si on fait l'opération avec le sulfure d'antimoine, il se sublime après le muriate anti-

monié, et par un fort coup de feu, un oxide de mercure sulfuré violet, qui ne contient pas assez d'oxigène pour être d'un beau rouge, et qu'on nommait autrefois *cinnabre d'antimoine sublimé.* On ne réussit dans ce procédé qu'à l'aide d'une cornue de porcelaine et d'une grande chaleur. Le muriate d'antimoine sublimé, préparé par l'un ou l'autre de ces procédés, peut cristalliser, par un refroidissement lent, parallèlipipèdes très-gros. C'est un caustique violent qui ronge et brûle les organes animaux, et qui est employé avec un grand succès à l'extérieur pour détruire les virus introduits sur la peau, et sur-tout le virus hidrophobique inséré par la morsure des animaux enragés. Le muriate d'antimoine sublimé se colore à la lumière et à l'air; il se fond et coule comme une graisse à une chaleur douce; il attire l'humidité de l'atmosphère, et se résoud en un fluide épais oléagineux; il est décomposé et précipité par l'eau qui en sépare un oxide d'antimoine très-blanc, connu autrefois sous le nom très-impropre de *mercure de vie*, et sous celui de *poudre d'Algaroth*, d'après *Algarothi*, médecin italien, qui l'a le premier recommandé et employé comme médicament purgatif et émétique. L'eau, après l'avoir précipité, en retient une portion en dissolution dans l'acide muriatique qu'elle enlève. L'acide nitrique dissout, avec chaleur, effervescence et dégagement de gaz nitreux, le muriate d'antimoine sublimé; il forme un nitromuriate d'antimoine en liqueur rouge d'abord, qui précipite bientôt une poudre ou magma blanc, en faisant évaporer cette dissolution à siccité, et en ajoutant ensuite son poids d'acide nitrique qu'on fait de nouveau évaporer. En répétant une troisième fois cette pratique, en chauffant enfin ce résidu dans un creuset que l'on tient rouge pendant une demi-heure, on obtient un oxide blanc en dessus, légèrement rosé en dessous, qu'on nommait autrefois *bezoard minéral*, et qui est analogue à l'oxide fait par le nitre. On a vu que l'antimoine, dissous immédiatement dans l'acide muriatique, pouvait par

la sublimation donner naissance au même produit, qu'on obtient encore mieux par l'acide muriatique oxigéné ; mais on l'a toujours préparé par la décomposition du muriate suroxigéné de mercure.

110. Une des propriétés les plus singulières que le muriate suroxigéné de mercure a présentée aux chimistes, par rapport à l'action que les métaux exercent sur lui, c'est son union avec le mercure coulant, avec lequel il forme la combinaison connue sous le nom de *mercure doux* ou *mercure sublimé doux*. La préparation de cette espèce de sel était regardée comme un secret important au commencement du dix-septième siècle. Crollius le vanta beaucoup en gardant le procédé caché. En 1608, Beguin le décrivit, avec beaucoup d'exactitude, dans son *Tyrocinium chemicum*, sous le nom de *dragon mitigé*, à cause de la douceur qu'on communiquait par là au sublimé corrosif. Il devint beaucoup plus répandu sous celui de *panchymagogue de Quercetan* ou de *Duchesne*. C'est Neumann qui lui a donné le nom de *mercure doux*. On l'a connu, à diverses époques, sous les dénominations de *sublimé doux*, *d'aigle mitigé*, d'aigle blanc *aquila alba*, de *manne des métaux*, de *panacée*, de *calomélas*, suivant les diverses manières de le préparer. Le citoyen Baumé, Bergman et Schéele sont les auteurs qui ont le mieux traité de ce sel. La doctrine pneumatique en a fait connaître exactement la nature, en le désignant comme un muriate de mercure simple, et en l'opposant ainsi au précédent, nommé muriate suroxigéné de mercure.

111. Quand on triture ce dernier sel avec du mercure coulant, on s'apperçoit bientôt que ce métal disparaît promptement, qu'il s'éteint dans le sel, et qu'il le colore en gris noirâtre. On faisait autrefois cette opération dans un mortier de verre, en ajoutant du mercure jusqu'à ce qu'il refusât de s'éteindre ; et l'on avait remarqué qu'il en absorbait ainsi les trois quarts de son poids. On mettait le mélange dans des cornues, des matras ou de simples fioles à médecine, dont

on laissait les deux tiers vides; on les plaçait dans un bain de sable, et on chauffait fortement jusqu'à ce que la masse fût toute sublimée : on laissait les vaisseaux bien refroidir ; on séparait la poudre âcre de muriate corrosif élevée la première et une poudre noirâtre qui le salissait. Quelques auteurs voulaient qu'on le sublimât trois fois de suite ; et c'était après ces trois sublimations qu'on le nommait *aquila alba.* D'autres prescrivaient de le retriturer de nouveau avec du mercure à chaque sublimation. Six de ces opérations successives formaient le *calomel* ou le *calomélas;* dénomination absurde, suivant la juste remarque de Bergman, qu'il dit cependant être adoptée en Suède pour le mercure doux à sa première sublimation. Un nommé Labrune avait encore renchéri sur ces opérations fastidieuses, suivant Malouin ; et c'était par la série de neuf sublimations successives qu'il conseillait de préparer la *panacée mercurielle.*

112. Ce procédé est si long, et il a tant d'inconvéniens, sur-tout le danger de la poussière âcre qui s'élève pendant la trituration, malgré la précaution qu'avait l'artiste de s'envelopper la face dans une serviette, que les chimistes ont travaillé à l'envi pour le perfectionner et le corriger. Le cit. Baumé a conseillé de verser un peu d'eau sur les matières que l'on triture, de substituer le porphyre au mortier, et de laver le produit sublimé une fois dans l'eau chaude, pour dissoudre la portion de muriate suroxigéné ou corrosif qui s'y trouve. D'autres ont proposé d'employer l'oxide gris précipité du nitrate de mercure par l'ammoniaque au lieu de mercure, pour diminuer la longueur et les difficultés de l'extinction. Le citoyen Bailleau a prescrit de faire une pâte avec le muriate suroxigéné de mercure et de l'eau, et de la triturer avec le mercure coulant, qui s'y éteint très-facilement, et dans l'espace d'une demi-heure, sans faire volatiliser de poussière corrosive, de faire diriger ensuite la matière à un feu doux; ce qui la blanchit en favorisant la combinaison, et de sublimer enfin une

seule fois le mélange : ce qui suffit, suivant lui, pour l'avoir très-pur.

113. La théorie de cette opération est extrêmement claire et simple. Le muriate suroxigéné de mercure cède très-facilement au mercure une portion de son oxigène : de là la promptitude de l'extinction de ce métal et la couleur grise que prend le mélange, comme le fait le mercure trituré avec un oxide rouge : l'action entre les deux corps s'arrête après l'extinction qui est limitée dans son temps comme dans ses proportions, parce que le partage de l'oxigène entre l'oxide du muriate de mercure corrosif et les $\frac{5}{4}$ de son poids de mercure, une fois terminé, établit un équilibre permanent. Le mélange a déja perdu son âcreté et sa dissolubilité ; mais il n'y a pas encore une combinaison bien intime entre les deux portions d'oxide et celle de l'acide ; la chaleur achève l'union réciproque qui se trouve complète après une sublimation ; toutes les sublimations qu'on ajoute à celle-ci, et à plus forte raison les nouvelles triturations avec du mercure sont inutiles, et le lavage avec l'eau chaude suffit parfaitement pour enlever la petite proportion de muriate corrosif qui peut y rester encore ; un peu de muriate d'ammoniaque ajouté à cette lessive assure encore la séparation du corrosif par la tendance qu'il a pour s'y unir en sel triple, tandis qu'il n'exercerait pas la même action sur le muriate de mercure doux.

114. Il est facile de concevoir pourquoi le muriate de mercure suroxigéné, uni par ce procédé aux trois quarts de mercure, perd sa propriété corrosive, puisqu'on a tant de preuves que l'oxigène, diminué et partagé sur une plus grande quantité de mercure auquel il tient davantage, diminue beaucoup la saveur et l'âcreté de ce composé. Il n'est pas moins facile de sentir que comme la différence de ces deux sels dépend en grande partie de la quantité de l'oxigène moins grande et plus adhérente, ainsi que de la proportion moindre de l'acide muriatique dans le second que dans le

premier ; toutes les fois qu'on combinera l'acide muriatique avec le mercure peu oxidé, et qu'il formera dans cette combinaison un sel insoluble, on obtiendra du muriate de mercure doux. Aussi Lémery avait-il dit que le précipité blanc ordinaire, formé par le mélange d'une dissolution de muriate de soude avec une dissolution de nitrate de mercure, n'avait besoin que d'être sublimé pour être du mercure doux ; et aussi Neumann avait-il reconnu une parfaite ressemblance entre ces deux corps. C'est sur cette identité que Schéele s'est fondé pour donner un procédé pour préparer par la voie humide le muriate de mercure doux. Il conseille de dissoudre du mercure dans son poids d'acide nitrique à l'aide d'une légère chaleur, de faire, d'un autre côté, une solution d'un peu plus de la moitié de la dose du mercure de muriate de soude dans trente-deux fois son poids d'eau bouillante, de mêler les deux liqueurs chaudes, de remuer continuellement le mélange, de laisser déposer le précipité, de décanter la liqueur claire qui le surnage, de l'édulcorer avec de l'eau chaude jusqu'à ce que celle-ci sorte sans saveur, de jeter le tout sur un filtre, et de faire sécher à une douce chaleur. Ce muriate de mercure est aussi doux et aussi pur que celui qui est préparé par la trituration, l'extinction et la sublimation : le procédé est simple, facile et sûr ; il n'a aucun des inconvéniens de ce dernier, et il lui est beaucoup préférable.

115. Les propriétés du muriate de mercure doux sont essentiellement différentes de celles du muriate de mercure corrosif. Il n'a que très-peu de saveur, et il n'agit sous forme solide que comme un purgatif léger, tandis que celui-ci est un poison de la plus violente énergie. Il pèse 12.353, suivant Muschenbroëck, qui l'a vu diminuer de pesanteur spécifique, à mesure qu'on le sublimait ; il noircit par une longue exposition à la lumière ; il est lumineux et phosphorique, quand on le frotte dans l'obscurité. Il est plus difficile à volatiliser et à sublimer que le muriate de mercure suroxigéné ; aussi

celui-ci s'élève-t-il avant lui, lorsqu'il y est mêlé, et le trouve-t-on au-dessus dans les appareils sublimatoires. Sublimé lentement et avec précaution, il fournit des cristaux en prismes tétraèdres, terminés par des pyramides à quatre faces ; quelquefois ce sont deux pyramides quadrangulaires, unies base à base, en un octaèdre très-alongé et très-aigu. Il est si peu soluble que, suivant les essais de Rouelle faits en 1754, il faut 1152 parties d'eau bouillante pour le dissoudre. Cette dissolution verdit le sirop de violette, se trouble légèrement par les alcalis fixes, devient opaline, sans rien précipiter de sensible pour l'ammoniaque ; il prend une couleur brune par le contact de l'eau de chaux, de l'ammoniaque et des alcalis fixes. Il ne s'unit point au muriate d'ammoniaque, qui sert à en séparer le muriate suroxigéné auquel ce dernier sel s'unit si facilement. Il ne peut ni absorber plus de mercure qu'il n'en contient, ni être dans un état moyen entre le sien et celui de muriate suroxigéné mercuriel, état que quelques auteurs ont admis gratuitement et sans preuves ; de même il ne peut s'unir avec ce dernier, qu'on en sépare aisément par la volatilisation : l'acide nitrique ne le change point en muriate corrosif ; il n'éprouve cette conversion qu'en le traitant avec son poids de muriate de soude et le double de sulfate de fer ; l'addition de l'acide muriatique oxigéné le dissout au moment même, et le change en muriate suroxigéné. On ne connaît pas encore bien les proportions des principes du muriate du mercure doux. Lémery disait que l'acide y était au mercure comme $1 : 6\frac{5}{9}$.

116. On ne connaît que très-peu, en comparaison de ce qui vient d'être exposé de l'action des trois premiers acides sur le mercure, celle des autres acides sur ce métal. L'acide phosphorique ne peut pas agir sur le mercure, mais il s'unit à son oxide. On n'opère bien cette union qu'en précipitant du nitrate de mercure avec une dissolution de phosphate alcalin ; il se forme sur-le-champ un précipité blanc de phosphate

mercuriel insoluble : la plupart des liqueurs animales donnent cette espèce de sel mêlé avec du muriate de mercure doux, quand on y verse du nitrate de mercure. Le phosphate de mercure est phosphorique et lumineux quand on le frotte dans l'obscurité : exposé au feu, et sur-tout avec un peu de charbon, il donne du phosphore. On a prétendu que le sublimé corrosif était décomposé dans le corps humain par les phosphates qui s'y trouvent ; mais on n'a donné aucune preuve chimique de cette assertion.

117. L'acide fluorique n'a aucune action sur le mercure coulant ; mais il s'unit à son oxide, et les fluates solubles mêlés au nitrate de mercure y font un précipité blanc de fluate mercuriel dont on n'a point encore examiné les propriétés.

118. L'acide boracique n'agit pas davantage par la voie immédiate sur le mercure ; mais en mêlant des dissolutions de borates solubles avec la dissolution nitrique de mercure, on obtient un précipité jaunâtre de borate mercuriel, que le citoyen Monnet a le premier fait connaître. En évaporant lentement la liqueur surnageante, il s'en sépare, sous forme de pellicules brillantes, une nouvelle portion de ce sel. Pour avoir le borate de mercure pur, ce n'est point du borax du commerce qu'il faut se servir ; car la soude, contenue en excès dans celui-ci, donne une portion d'oxide de mercure briqueté beaucoup plus âcre que le borate de mercure ; il faut donc prendre du borate saturé d'acide boracique. Le borate mercuriel acquiert une couleur verdâtre quand on l'expose à l'air ; le muriate d'ammoniaque le rend dissoluble et cristallisable ; l'eau de chaux le précipite en poudre rouge. On l'a proposé et employé en médecine.

119. L'acide carbonique n'a point d'action sur le mercure ; mais on peut l'unir à son oxide, en précipitant ses dissolutions dans les autres acides par des carbonates alcalins. Ces précipités sont blancs ou peu colorés ; ils ne se foncent point

à l'air comme ceux qui sont faits par les alcalis purs ou caustiques. En séchant, ils prennent cependant une couleur brune, et c'est en raison de cette nuance qu'acquiert quelquefois en refroidissant à l'air l'oxide de mercure fait par la seule action du feu, qu'on croit ce dernier oxide chargé alors, ou dans le cas de sa coloration en brun, d'acide carbonique. Au reste, ce composé n'est pas dissoluble dans l'eau; les acides précédens en chassent l'acide carbonique en gaz et avec effervescence.

120. On n'a point encore examiné avec soin l'union des quatre acides métalliques connus avec l'oxide de mercure; on sait seulement que ces acides n'ont en général que peu d'action sur le mercure, parce que ce métal ne peut pas leur enlever d'oxigène. Schéele a indiqué quelques-unes des propriétés de l'arseniate, du tunstate et du molybdate de mercure, qu'on prépare en versant dans la dissolution nitrique de ce métal des sels alcalins ou solubles formés par ces acides.

A. L'acide arsenique traité dans une cornue avec le mercure est en partie décomposé par ce métal; il se sublime de l'acide arsenieux, du mercure coulant, et un peu d'oxide jaune de mercure; il reste une masse jaune non fondue, indissoluble dans l'eau, dans les acides sulfurique et nitrique, dissoluble dans l'acide muriatique, et donnant ensuite, par l'évaporation et la sublimation de cette dissolution, du muriate suroxigéné de mercure et de l'acide arsenique fondu; le mercure a décomposé une partie de cet acide en lui enlevant une portion de son oxigène, et en lui laissant celle qui forme l'acide arsenieux; l'oxide de mercure formé s'est uni à l'autre partie de cet acide en arseniate de mercure que l'acide muriatique a décomposé, et où il a trouvé dans le mercure assez d'oxigène pour le porter à l'état de muriate corrosif.

B. L'acide arsenique précipite le sulfate et le nitrate de mercure en blanc; il décompose le muriate mercuriel doux,

et le change en muriate corrosif: il ne fait rien sur ce dernier, non plus que sur l'oxide de mercure.

C. L'acide tunstique et l'acide molybdique précipitent la dissolution nitrique de mercure en blanc; il paraît que le tunstate et le molybdate de mercure sont blancs et indissolubles.

D. L'acide chromique, combiné avec l'oxide de mercure par l'union de la dissolution d'un chromate alcalin avec celle du nitrate de mercure, forme un précipité indissoluble d'un rose pourpre très-vif et d'une très-brillante couleur, que le citoyen Vauquelin, qui l'a découvert, croit pouvoir devenir très-utile à la peinture.

I. *Action sur les bases alcalines et sur les sels.*

121. Le mercure n'éprouve aucune altération de la part des terres alcalines et des alcalis. Dans les expériences de Westendorf et de Wallerius sur ce métal prétendu combiné avec les alcalis fixes à l'aide de la fusion dans des creusets, il paraît qu'ils ont pris l'union d'un oxide de fer avec ces bases pour celle du mercure, qui n'éprouve vraiment aucun changement.

122. Il n'en est pas de même des oxides de mercure; outre que plusieurs sont susceptibles de s'unir en général aux alcalis, et de former avec eux des combinaisons où ces oxides semblent jouer le rôle d'acides, il y a de la part de l'ammoniaque, sur ces corps brûlés une action très-remarquable qui a déja été indiquée dans l'exposé des précipitations des sels mercuriels, mais qui doit encore être rappelée ici. On a déja vu que l'ammoniaque versée sur des oxides de mercure blanc, jaune et rouge, les noircissait, donnait avec bruit et effervescence du gaz azote, et que cela était dû à la décomposition réciproque de ces deux corps, qui formait de l'eau par l'union de l'hidrogène de l'ammoniaque avec l'oxigène de l'oxide, tandis que l'azote, devenu libre, se dégageait en gaz: mais il y a un autre effet

chimique qu'une circonstance m'a fait découvrir dans cette action. J'avais remarqué que l'effervescence et le dégagement du gaz azote n'étaient que peu sensibles, et ne paraissaient point être en rapport avec la proportion d'oxides réduits : j'examinai en conséquence avec plus de soin le produit de cette opération ; et en évaporant la lessive d'un mélange d'oxide rouge de mercure et d'ammoniaque en excès, qui en avait produit en partie la réduction, j'obtins un vrai sel triple, un *nitrate ammoniaco-mercuriel* : il y a donc de l'acide nitrique formé par l'effet de cette décomposition. L'oxigène de l'oxide de mercure se partage entre les deux principes de l'ammoniaque : une portion forme de l'eau avec son hidrogène, une autre constitue avec son azote de l'acide nitrique, qui, s'unissant à une partie de l'oxide et de l'ammoniaque non décomposés, donne naissance au nitrate ammoniaco-mercuriel obtenu. Ce phénomène est d'accord avec celui qui a lieu quand on fait passer du gaz ammoniac dans un tube rouge contenant de l'oxide de manganèse : il se retrouve aussi dans les décompositions des sulfates de mercure par l'ammoniaque, dans lesquelles on rencontre toujours un peu de nitrate ammoniaco-mercuriel quand on examine avec attention les produits de l'expérience. La propriété dont jouit l'ammoniaque de réduire promptement les oxides de mercure, m'a engagé à l'employer pour nettoyer et purifier en quelque manière les surfaces des cuves hidragyro-pneumatiques. Quand le mercure en a été sali et oxidé par des gaz salins et sur-tout par le gaz acide muriatique oxigéné, je lui rends tout son éclat et toute sa pureté en jetant et en promenant de l'ammoniaque sur sa surface, à l'aide de papier joseph : sur-le-champ il prend son brillant et sa couleur accoutumés.

123. Le mercure et ses oxides n'ont aucune action sur les sulfates, les nitrates, les phosphates terreux et alcalins, ni sur aucun autre genre de sels, si l'on en excepte les muriates. On a vu plus haut que le citoyen Monnet avait annoncé la décomposition du muriate de soude par l'oxide de mercure, et la

formation de muriate de mercure corrosif. Lagaraye, dans une espèce de préparation médicale empirique, est même parvenu à décomposer le muriate d'ammoniaque par le mercure coulant, comme Macquer s'en est assuré par l'examen scrupuleux du procédé de *sa teinture mercurielle*. Lagaraye triturait dans un mortier de marbre une partie de mercure coulant avec quatre parties de muriate d'ammoniaque, en humectant le mélange avec un peu d'eau jusqu'à ce que l'extinction fût complète : il exposait ensuite le mélange à l'air pendant plusieurs semaines, en l'agitant de temps en temps ; il le triturait de nouveau, le faisait chauffer alors dans un matras avec de bon alcool, qu'il faisait même bouillir légèrement ; l'alcool se colorait en jaune, et il blanchissait une lame de cuivre. Macquer s'est assuré qu'il y avait du muriate suroxigéné de mercure en dissolution dans cette liqueur, qu'à l'aide du temps le muriate d'ammoniaque avait été décomposé par le mercure qui s'étoit oxidé, et qu'il s'était formé une espèce de muriate ammoniaco-mercuriel ou de sel *alembroth*.

K. *Usages.*

124. Il y a peu de substances métalliques aussi utiles que le mercure. En physique, il sert sous sa forme métallique à la construction des instrumens météorologiques et d'un grand nombre de machines ; dans les arts, on l'emploie sous la même forme à la dorure, à l'argenture, à l'étamage des glaces, à la métallurgie : ses dissolutions sont employées dans la teinture, la chapellerie.

125. Dans la chimie, il remplit une foule d'usages tous également importans. Outre les expériences auxquelles il est consacré pour la démonstration des principales vérités de cette science, il est devenu d'une nécessité indispensable pour garnir les cuves destinées à recueillir, à conserver et à combiner les fluides élastiques de nature saline. On nomme ces appareils cuves hidragyro-pneumatiques. Il n'est pas moins utile pour

luter ou boucher des tubulures mobiles, pour exercer des pressions. Lavoisier avait déja essayé de s'en servir pour remplacer les luts à l'aide desquels on ferme les vaisseaux, et qui portent si souvent dans les expériences des causes de trouble, d'erreur et d'inexactitude. Il est d'une grande utilité aux anatomistes pour leurs injections les plus fines et les plus difficiles, telles que celles des systêmes lymphatique et absorbant dans tous les animaux, et du systême trachéal des insectes et des vers.

126. Il n'est pas moins important par ses usages médicinaux. Depuis qu'on connaît ses bons effets dans les maladies de la peau, et sa vertu spécifique dans les affections syphilitiques, on a singulièrement varié sa forme et ses préparations. Comme on attribuait au métal même cette propriété, on avait cherché à l'adoucir ou à le modifier ; mais presque toujours on ne faisait autrefois, sans le savoir, que lui donner au contraire plus d'activité, en le combinant à l'oxigène qui est la véritable cause de ses effets. En général, il faut considérer le mercure, dans ses préparations médicinales, comme une matière oxiphore, comme un corps qui porte de l'oxigène dans l'économie animale, qui le cède facilement aux humeurs et aux solides, et les variétés de ces préparations sous le rapport de la quantité de ce principe qu'elles contiennent. Les composés les moins oxidés ne sont que peu actifs : tels sont les oxides noirs de mercure qu'on prépare dans les procédés si multipliés d'extinction à l'aide des mucilages, des sirops, des miels, des gelées, des liqueurs animales, comme la salive, les graisses.

Dans une seconde classe, il faut placer les sels mercuriels peu solubles, dont l'oxide, ou peu oxidé, ou enchaîné en quelque sorte par des acides, ne porte pas, à beaucoup près, toute son énergie sur la fibre ou les humeurs animales : tels sont le muriate de mercure doux, le carbonate, le borate, le phosphate de mercure.

Dans une troisième classe, on doit ranger les oxides de

mercure unis au soufre, celui qui est noir et celui qui est rouge, qui n'agissent que légèrement, ou qui n'agissent qu'en vapeur sur l'économie des animaux.

Enfin, une quatrième classe de ces médicamens mercuriels doit être formée par les oxides les plus chargés d'oxigène, soit seuls, soit unis aux acides ; tels que les divers précipités jaunes, blancs, rouges, et les sulfate, nitrate et muriate suroxigénés de mercure. Ceux-ci sont des caustiques terribles ; ils brûlent et détruisent les organes : on s'en sert à l'extérieur comme de cathérétiques, et à l'intérieur comme de remèdes puissans qu'il faut administrer avec une grande prudence, et qu'il n'est permis qu'à l'habileté d'employer avec la circonspection et les lumières qui doivent caractériser les vrais médecins.

127. Ce qui prouve que l'action des préparations mercurielles est due à l'oxigène qu'elles contiennent, à la séparation de ce principe et à son transport sur les organes et les liqueurs des animaux, c'est que les oxides qui les constituent, noircissent, et se réduisent dans l'intérieur du corps, et qu'on trouve souvent le mercure coulant dans des cavités intérieures du corps, dans le système limphatique, dans les os même, après un traitement mercuriel plus ou moins long-temps prolongé et suivi.

128. Ce que je ne puis qu'énoncer ici et présenter en généralités se trouve développé très au long dans l'ouvrage de mon ami le docteur Swediaur, traité le plus complet, le plus neuf et le plus philosophique qui ait été publié encore sur les maladies syphillitiques. Plusieurs chapitres de cet excellent ouvrage offrent toutes les nouvelles données que j'ai présentées, depuis plusieurs années, sur les propriétés de ce médicament comme oxiphore ; données que cet habile médecin a confirmées par ses observations. Il est terminé par un Tableau méthodique de ces préparations, qui a pour titre *Pharmacopœa syphillitica* : on y verra tout le parti que l'auteur a tiré de l'état actuel des connaissances chimiques, pour la classification de ces remèdes.

ARTICLE XV.

Du zinc.

A. *Histoire littéraire.*

1. Le zinc n'était pas connu des anciens, suivant Bergman. Paracelse est le premier chimiste qui en ait parlé, et qui lui ait donné le nom qu'il porte. Depuis, Agricola le nomma *contre-feyne*; et Boyle, *speltrum*. Albert le grand, mort en 1280, en a fait une mention très-claire; il savait qu'il brûlait et s'enflammait, et qu'il colorait les métaux. Il paraît qu'on extrait depuis long-temps le zinc de ses mines dans les Indes orientales, comme Jungius l'a le premier remarqué en 1647. On l'apporte de ces contrées sous le nom de *toutenague*. Sans le connaître en particulier, et le distinguer exactement des autres métaux, il paraît aussi que les Grecs l'employaient, puisqu'il faisait, dit-on, partie du fameux métal de Corinthe.

2. On ne connaît pas le procédé que suivent les Chinois pour obtenir ce métal, qu'ils emploient dans beaucoup d'alliages: on croit qu'ils l'extraient par la distillation. Henckel annonçait en 1721, dans sa Pyritologie, qu'on pouvait retirer du zinc de la calamine. En 1742, Swab le retira par la distillation. Margraff s'occupa de cette extraction en 1746.

3. Lémery regardait le zinc comme une espèce de bismuth. Glauber, avec les alchimistes, pensait que c'était un soufre solaire non mûr; Homberg le prenait pour un mélange de fer et d'étain; Kunckel, pour un mercure coagulé; Schlutter, pour de l'étain rendu fragile par le soufre. En un mot, il n'y a qu'une cinquantaine d'années qu'on sait que c'est un métal particulier, pur, bien caractérisé, et différent de tous les autres métaux.

4. Les chimistes que je viens de citer, ainsi que tous ceux

qui ont embrassé dans leurs ouvrages l'ensemble ou le système des corps naturels, ont successivement examiné le zinc et découvert ses propriétés. Hellot, Pott, Malouin, Lassonne, Monnet, Beaumé, Bergman, sont ceux qui ont fait de suite des recherches particulières sur cet intéressant métal. Gellert a traité de ses alliages; Malouin l'a comparé à l'étain; Bergman a donné une Docimasie étendue et très-détaillée de ses mines. Le citoyen Sage a le premier déterminé sa propriété ductile; Dehne et le citoyen Guyton se sont spécialement occupés de sa combinaison avec le soufre. Ganbius a constaté plusieurs propriétés de son oxide; Macquer a insisté sur ses usages économiques; Pelletier a décrit avec soin son union avec le phosphore.

5. Depuis la révolution et le renouvellement de la chimie, opérés par la doctrine des Français, on n'a point fait de recherches nouvelles, ni de travaux suivis sur le zinc; mais les données et les bases exactes de cette doctrine ont cependant rendu beaucoup plus claire et beaucoup plus précise la connaissance des propriétés chimiques de ce métal: en sorte que son histoire est plus facile et plus méthodique qu'elle ne l'était avant cette époque, et que tous les faits qui lui appartiennent sont liés entre eux par des rapports beaucoup plus intimes qu'ils ne l'avaient été sous le règne de la théorie du phlogistique.

6. On reconnaîtra cependant par les détails qui feront le sujet de cet article, que tout ce qui tient au zinc n'est pas encore entièrement et complétement trouvé, qu'il reste plusieurs découvertes à faire, et qu'il peut encore être pour des chimistes habiles un sujet de recherches précieuses, sur-tout à l'aide des nouveaux instrumens qu'on possède aujourd'hui.

B. *Propriétés physiques.*

7. Le zinc pur est d'un blanc brillant, avec une nuance bleuâtre bien sensible dans son état métallique, offrant un

tissu lamelleux très-marqué, mais dont les lames sont cependant moins larges que celles du bismuth et de l'antimoine. En le plaçant à côté de ces deux métaux, on reconnaît la différence prononcée de sa couleur. Sa densité est telle qu'il perd dans l'eau environ un septième de son poids, et qu'il pèse 7.190. Il est assez dur et assez élastique pour ne pas se briser aussi facilement qu'aucun des métaux traités jusqu'ici; aussi l'ai-je placé dans la troisième division des métaux bien ductiles.

8. En effet, le zinc n'est pas fragile comme les substances métalliques précédentes. Il faut une violente et subite percussion pour en casser des plaques ou des saumons plats tels qu'on les a dans le commerce; et quand il est en gros lingots, on est obligé, pour le débiter en fragmens, de le couper avec des coins de fer, enfoncés ou frappés à l'aide de lourds marteaux. Quand on le bat sur un tas d'acier, il s'aplatit au lieu de se rompre: on le réduit en plaques épaisses, qui ne se gercent qu'après un aplatissement assez grand. Il forme des lames assez minces, sans se déchirer; quand on le passe au laminoir avec une pression douce et graduée, ses lames sont souples, élastiques, fort éloignées cependant de la douceur et du pliant de celles des métaux moux.

9. Il n'a pourtant qu'une faible tenacité. Les limes ne l'usent que difficilement, et il adhère aux intervalles de leurs dents de manière à les graisser, suivant l'expression des ouvriers. Aussi, pour l'avoir en molécules assez fines destinées à un grand nombre d'expériences, on est obligé de le grenailler ou de le couler fondu dans de l'eau en le divisant. Macquer observe qu'il devient cassant, et qu'on peut le pulvériser dans un mortier, lorsqu'on le fait chauffer assez pour ne pas le fondre. Le meilleur procédé qu'on puisse employer pour réduire le zinc en poussière consiste à le faire fondre, et à le broyer dans un mortier de pierre chauffée: de sorte qu'on divise ses molécules, qu'on les empêche de se réunir

et de s'agglutiner dans leur refroidissement, qu'on les tient écartées au moment même où elles se figent. Quand il est refroidi, on le passe à travers un tamis de crin, qui, en retenant les parcelles les plus grosses, donne ainsi une poussière de zinc plus fine que la plupart des limailles des métaux.

10. On n'a point apprécié ou déterminé la propriété conductrice du zinc par rapport au calorique : on sait seulement qu'il s'échauffe très-vîte, et qu'il se dilate facilement et fortement. Il se fond dès qu'il rougit, et est rangé, à cet égard, parmi les métaux d'une moyenne fusibilité. Le citoyen Guyton estime cette propriété à 296 degrés de l'échelle réaumurienne. Si après sa fusion on continue à le chauffer dans des vaisseaux fermés, il s'élève en vapeur et se sublime en s'attachant, sous forme brillante, métallique et lamelleuse, à la partie supérieure de ces vaisseaux. Quand on le fait refroidir tranquillement après qu'il a été fondu, il se cristallise en aiguilles ordinairement très-fines, et dont on n'a point déterminé la forme. L'infortuné minéralogiste Mongez l'aîné, perdu avec Lapeyrouse dans son voyage autour du Monde, est le premier qui ait fait cristalliser ce métal : il s'est servi pour cela d'une capsule de terre un peu profonde, percée de plusieurs trous à son fond, qu'il bouchait avec de la terre des os. Quand le zinc qu'il y faisait fondre était figé à sa surface, il débouchait les trous, passait un fer ronge qu'il agitait dans la masse du métal, faisait ainsi écouler la portion liquide encore, et trouvait des cristaux aiguillés dans les cavités laissées par cet écoulement.

11. Le zinc est conducteur de l'électricité comme tous les métaux, et on ne lui a point encore trouvé rien de particulier à cet égard ; cependant la manière forte dont il affecte la sensibilité humaine dans les expériences galvaniques semble lui assurer en ce genre une sorte de prérogative ou de prééminence sur d'autres matières métalliques. Lorsqu'on place

une lame de zinc sous la langue, et que, couvrant la surface supérieure de cet organe d'un autre métal, et sur-tout d'une pièce d'or ou d'argent, on incline l'extrémité de celle-ci vers la pointe pour la rapprocher de la lame de zinc ; au moment où ces deux métaux se touchent, la personne qui fait cette expérience éprouve un picotement très-sensible, une chaleur, une irritation, et une sorte de saveur acerbe dans la langue, presque toujours accompagnés d'un éblouissement momentané ou d'un cercle lumineux tracé dans l'espace, et qui frappe tout à coup ses yeux. Aucun métal ne produit ce singulier effet avec la force qu'on observe dans le zinc.

12. On trouve aussi dans ce métal une légère odeur et une saveur particulière dont les doigts s'impregnent lorsqu'on les tient quelque temps appliqués ou lorsqu'on les frotte sur ce métal. Quoiqu'on reconnaisse facilement et sans équivoque ces deux propriétés pour être métalliques, et qu'elles se rapprochent, à cet égard, de celles que l'on trouve à plusieurs autres métaux, on ne peut cependant douter qu'elles ne sont pas dans le zinc les mêmes que dans d'autres substances métalliques. Le zinc s'attache aussi assez fortement à la peau, et il la colore en noir. C'est un des métaux qui porte autour de lui une des atmosphères métalliques les plus sensibles, et qui enduit le plus vîte et par le plus léger contact tous les corps sur lesquels on le frotte. Il suffit, par exemple, de passer très-légèrement une lame de zinc sur une lame de fer, d'argent ou de plomb, pour donner à ces métaux la propriété de se conduire dans les expériences galvaniques, comme s'ils étaient autres que ce qu'ils sont, c'est-à-dire pour produire, par la communication avec des lames de la même espèce, des convulsions dans les muscles des grenouilles ; ce qui annonce que leur surface est recouverte d'une couche de zinc qui fait fonction de métal différent.

C. *Histoire naturelle.*

13. Plusieurs minéralogistes ont pensé que le zinc était un des métaux les plus abondans dans la nature, et qu'il accompagnait constamment les mines de fer; mais quoique les mines de zinc se rencontrent assez fréquemment dans plusieurs pays, il s'en faut cependant de beaucoup qu'on puisse comparer leur abondance à celles des mines de fer: et d'ailleurs il est bien prouvé aujourd'hui que la matière métallique si souvent mélangée avec le fer n'est que de l'oxide de manganèse, que pendant très-long-temps les mêmes minéralogistes ont pris pour du zinc.

14. Le citoyen Haüy, le dernier, le plus savant et le plus exact auteur de minéralogie, ne compte que trois espèces de mines de zinc; savoir, son oxide natif, son sulfure et son sulfate. Valmont-Bomare dit avoir vu dans les mines des Goslard et dans celles du duché de Limbourg, très-fertiles en ce métal, du zinc natif en petits filets plians, d'une couleur grisâtre, et facilement inflammables. Cette observation n'a point été confirmée par les naturalistes. Quelques autres admettent du carbonate de zinc natif: il en est qui croient qu'il y a des raisons d'en douter; mais on verra bientôt que ce sel existe véritablement dans la nature. Souvent les mines de zinc se trouvent mêlées de mines de plomb, de fer et de manganèse; mais il ne faut rapporter ici que celles où le métal le plus abondant est le zinc.

15. L'oxide de zinc, ou le zinc oxidé forme la *calamine* ou la *pierre calaminaire* des anciens minéralogistes. Cette mine de seconde formation ou de transport, déposée en couches ou sous forme régulière, ou en incrustations et en stalactites dans l'intérieur de la terre, n'a présenté le plus ordinairement que des cristaux très-petits, demi-transparens, blanchâtres, et d'un aspect comme onctueux très-reconnaissable: leur forme la

plus commune est une lame rectangulaire dont les bords sont remplacés par des facettes ou des segmens d'octaèdres cunéiformes, ou une pyramide quadrangulaire alongée, saillante hors de sa gangue. Cette forme se retrouve dans le sulfate de barite. Les cristaux d'oxide de zinc natif ont présenté au citoyen Haüy la propriété d'être électrisés par la chaleur sans frottement, comme la tourmaline. La chaleur d'une bougie allumée, à laquelle on les expose deux ou trois secondes, suffit pour y développer ce caractère. J'observerai ici avec le célèbre minéralogiste à qui est due cette découverte, qu'il y a déja cinq minéraux connus qui jouissent de cette propriété; trois pierres, la tourmaline, la topaze et la zéolite; un sel, le borate magnésio-calcaire natif, et l'oxide de zinc cristallisé fossile.

L'oxide de zinc est souvent en masses irrégulières, feuilletées, caverneuses, grenues, dures ou friables. On en trouve de diverses couleurs, et sur-tout de grises et de jaunâtres, même parmi les échantillons transparens. Il existe abondamment près de Limbourg, de Namur, de Fribourg, dans le Nottingham et le Sommerset. Bergman y a toujours trouvé de la silice, de l'alumine et de l'oxide de fer en différentes proportions. Le zinc y varie depuis 0.04 jusqu'à 0.30.

Suivant le citoyen Haüy, les minéralogistes modernes, en distinguant des calamines contenant de l'acide carbonique ou des carbonates de zinc natif, ont commis ou des erreurs ou même des contradictions, puisque les uns les rangent faussement parmi les oxides, les autres y rapportent au contraire des oxides dans lesquels l'analyse exacte n'a pas montré cet acide. Tel est l'oxide de zinc natif de Brisgaw, examiné par Pelletier, et que Deborn range dans l'espèce de carbonate de zinc. En traitant des fragmens de cette même prise dans divers lieux par l'acide nitrique, le citoyen Haüy n'y a vu aucune effervescence; il a observé que les poussières terreuses qui les enduisent souvent s'y dissolvaient avec dégagement de bulles,

et il est porté à croire, d'après cela, que c'est au carbonate de chaux mélangé dans l'oxide de zinc natif qu'est due l'effervescence. Je prouverai tout à l'heure qu'il existe véritablement du carbonate de zinc natif.

16. Le sulfure de zinc ou zinc sulfuré a été nommé *blende*, ou *fausse galène* par les minéralogistes. Il est souvent disposé en écailles, quelquefois cristallisé en tétraèdres, en octaèdres, en dodécaèdres. Sa couleur est quelquefois jaune de miel, souvent métallique et analogue à celle du plomb, ou brune, violette foncée et même noire, souvent rougeâtre. On le trouve fréquemment mêlé avec le sulfure de plomb ou la galène, avec lequel il semble former une sorte de brèche métallique. Avant qu'on connût la nature du métal contenu dans cette mine, on la nommait *sterile nigrum*, parce qu'avec l'apparence d'une mine de plomb, on ne pouvait pas en retirer par les procédés métallurgiques, le zinc qu'on n'y soupçonnait pas alors s'exhalant en vapeur. Beaucoup de sulfures de zinc sont plus ou moins phosphoriques, lorsqu'on les frotte dans l'obscurité ; quelques-uns même le sont si fortement, que la seule friction d'un cure-dent suffit pour en faire sortir des torrens de lumière : en les frottant, ils exhalent une odeur d'hidrosulfure, et donnent du gaz hidrogène sulfuré quand on les traite par les acides. On ne connaît pas bien leur nature ; on ne sait si le zinc y est à l'état métallique ou dans celui d'oxide ; s'il y est uni seul avec le soufre, ou s'il y a un ou plusieurs autres corps qui lui servent d'intermède. Quelques chimistes y ont admis le fer et d'autres la chaux. Voici les principales variétés qu'on a distinguées de sulfure de zinc.

a. Sulfure de zinc dodécaèdre à plans rhombes ; forme qu'on extrait des masses de sulfure de zinc par des sections nettes. Il a toujours des facettes additionnelles.

b. Sulfure de zinc à douze trapézoïdes et douze triangles.

c. Sulfure de zinc en octaèdre régulier.

d. Sulfure de zinc en tétraèdre régulier.

e. Sulfure de zinc ; variétés nombreuses de couleur.

f. Sulfure de zinc phosphorescent et non phosphorescent.

g. Sulfure de zinc en décomposition, lames écartées, et brillant détruit, passant à l'état d'oxide.

17. Le sulfate de zinc se trouve natif, et il est très-reconnaissable par sa couleur blanche et transparente, sa saveur âcre et forte, sa dissolubilité dans l'eau, sa fusion aqueuse. Il est rarement dans la terre en cristaux rhomboïdaux, le plus souvent en stalactites ou en aiguilles fines et filets soyeux semblables à ceux de l'amianthe : on l'a souvent confondu dans ce dernier état avec l'alun de plume. On le trouve en Italie et dans les mines du Hartz.

18. Le carbonate de zinc natif, qu'on confond ordinairement avec l'oxide de zinc ou la calamine, est transparent, blanc ou jaunâtre comme lui ; il se trouve souvent dans les mêmes lieux. Le citoyen Vauquelin en a examiné un bien pur, de la collection minéralogique du citoyen Macquart. Ce sel insipide, et indissoluble dans l'eau, se dissout en entier et avec effervescence vive dans les acides nitrique et muriatique.

D. *Essai et métallurgie.*

19. L'essai docimastique des mines de zinc, celui au moins qu'on regardait comme applicable à la connaissance métallurgique, était très-simple et très-inexact. Il consistait à pulvériser les oxides de ce métal ou es calamines, à les mêler avec du charbon, et à chauffer ce mélange dans un creuset qu'on couvrait d'une lame de cuivre. L'oxide se réduisait en zinc qui se volatilisait par la chaleur et s'unissait au cuivre, qu'il changeait en laiton ou en cuivre jaune. On jugeait par la force ou par l'intensité de la couleur blanche, de la richesse de la mine ; mais il est évident que cet essai informe ne pouvait servir qu'à assurer d'une part l'existence d'une mine de zinc, et de l'autre qu'à prouver que cette mine était susceptible de

convertir le cuivre en laiton; on grillait les sulfures de zinc pour en séparer le soufre, et on traitait le résidu de ce grillage à la manière des calamines.

20. Le citoyen Monnet est le premier qui ait proposé d'essayer ces mines par l'acide nitrique, dont il a cru que l'action devait dissoudre le métal et en séparer le soufre, et de réduire ensuite l'oxide de zinc séparé de l'acide par la distillation. Mais Bergman a beaucoup agrandi et amélioré les procédés de cette analyse par la voie humide. Il s'est servi de l'acide sulfurique pour analyser les oxides de zinc; il a précipité ces oxides par le carbonate de soude; il a trouvé que 193 parties de ce précipité représentaient 100 parties de métal. Comme il a employé du zinc pour séparer de la dissolution le fer qui est souvent mêlé à ces mines, il a défalqué du poids du précipité la quantité du métal employée à cette opération. La plupart des oxides de zinc natifs, contenant plus que du fer et du zinc, et sur-tout de l'alumine, de la silice, du carbonate de chaux, avec des oxides de fer et de plomb : voici la méthode qu'il a décrite pour procéder avec exactitude à l'analyse de ces mines compliquées; on traite trois fois de suite les oxides pulvérisés avec deux parties d'acide nitrique; on chauffe jusqu'à réduire le tout à siccité : par là le fer est très-oxidé, et devient indissoluble dans les acides; il dissout la partie soluble par une quatrième dose d'acide nitrique; l'oxide de fer, la silice et l'alumine restent communément sans se dissoudre. L'acide tient en dissolution de la chaux et des oxides de zinc et de plomb. On précipite le dernier oxide par l'acide muriatique; on sépare la chaux par le sulfurique; on précipite l'oxide de zinc par le prussiate de potasse : le cinquième du poids de ce dernier indique la proportion du zinc. Il s'est aussi servi de l'acide sulfurique poussé jusqu'à siccité au feu; il a lessivé le résidu avec l'eau, et précipité cette lessive par l'ammoniaque, pour séparer l'oxide de fer et l'alumine de l'oxide de zinc, qui est très-dissoluble dans cet alcali.

21. Quant aux sulfures de zinc, Bergman, qui les a aussi examinés fort en détail, décrit, dans sa Dissertation sur les mines de ce métal, la méthode qu'il a suivie pour cette analyse; il en a séparé d'abord, par la distillation, l'eau, l'arsenic et une partie du soufre; il les a traités ensuite par différens acides, suivant leur degré de dissolubilité dans ces corps, et il les a précipités par les différens réactifs connus dans l'art, et dont j'ai déja parlé un grand nombre de fois. Il a trouvé de si grandes différences entre divers sulfures de zinc de plusieurs pays, qu'il paraît ne pas exister de propriétés et de compositions générales et identiques dans les mines. On peut penser cependant que ce travail est bien loin d'être porté à sa perfection, et qu'il est nécessaire que des mains habiles s'en occupent encore. Il reste des découvertes importantes à faire, soit sur les sulfures de zinc natif, soit sur les diverses mines de ce métal. C'est ainsi qu'en réduisant dans des vaisseaux fermés une calamine en poudre, le citoyen Vauquelin a obtenu du gaz hidrogène tenant du zinc en dissolution, et prouvé, comme je l'avais soupçonné il y a déja long-temps, sur-tout pour l'arsenic, l'étain et le fer, que plusieurs métaux sont dissolubles dans le gaz inflammable, comme le sont le carbone, le phosphore et le soufre.

22. Il est rare qu'on exploite les mines de zinc pour elles-mêmes, et dans la seule intention d'en extraire ce métal: on se rappelle que j'ai dit plus haut qu'on n'avait parlé de leur traitement particulier et de l'extraction du zinc que vers le commencement du dix-huitième siècle. C'est le plus souvent en fondant les mines de plomb mêlées de sulfure de zinc, qu'on retire ce dernier métal sous deux formes: sous celle d'oxide provenant du zinc sublimé et brûlé pendant sa sublimation, qui s'attache aux cheminées des fourneaux, et y forme des incrustations grises, grenues, comme terreuses, qu'on nomme en métallurgie et dans le commerce *tuthie* ou *cadmie* des fourneaux; sous celle de métal qu'on obtient en

rafraîchissant avec de l'eau froide la partie intérieure du fourneau qui est plus mince dans cet endroit, et qu'on nomme *chemise* en terme de constructions métallurgiques. Le zinc, réduit en vapeur par l'action du feu, vient se condenser dans cette région, et retombe en grenailles dans la poussière de charbon dont on a couvert une pierre placée au bas de la *chemise*, et qu'on nomme, à cause de son usage, l'*assiette du zinc*. Le charbon préserve le métal d'oxidation ; on le fond ensuite une seconde fois dans un creuset; on le coule en lingots arrondis sur une de leurs faces, ou en plaques de quelques centimètres d'épaisseur, et de quelques décimètres de longueur ou de largeur. Ce procédé est sur-tout pratiqué à Rammelsberg, d'où le commerce français tire particulièrement ce métal.

23. L'art d'extraire en grand le zinc est susceptible de beaucoup de perfection, et gagnera beaucoup à être plus étudié qu'il ne l'a encore été ; on ignore absolument les procédés que pratiquent les Orientaux et sur-tout les Chinois, qui font dans leurs alliages un beaucoup plus grand usage de ce métal que la plupart des peuples de l'Europe. Un grand nombre de marchandises chinoises sont enveloppées ou renfermées dans des feuilles ou des vases d'un alliage mou ou plus ou moins résistant, gris, et un peu oxidé à sa surface extérieure, souvent gravé ou façonné de diverses manières, et dont le zinc est un des principes le plus abondans. Il nous arrive de cette nation si industrieuse depuis un grand nombre de siècles, sous le nom de *toutenague*, une espèce de zinc beaucoup plus pur que celui de Rammelsberg, qui contient toujours du plomb. M. Engestroem a fait, en 1775, l'analyse d'une calamine fragile de Chine, que M. Kirwan nomme *toutenague* dans sa Minéralogie, et qui contient de 0.60 à 0.90 de zinc. C'est d'une mine pareille que les Chinois tirent leur zinc : on ignore le procédé qu'ils suivent pour cela. Quelques minéralogistes disent que l'on retire en Angleterre

le zinc de son oxide natif par la voie de la distillation ou de la sublimation; mais ni les moyens ni les appareils de cette importante opération ne sont encore connus.

E. *Oxidabilité du zinc par l'air.*

24. Le zinc n'éprouve qu'une très-lente et très-faible altération par l'air froid; son brillant se ternit un peu, et il se couvre à la longue d'une couche extrêmement mince d'oxide gris: encore celle qu'on voit sur les saumons et sur les lingots de zinc du commerce, n'a-t-elle pris naissance que lorsque ce métal, coulé dans des vases ouverts, s'est trouvé bien chaud, exposé pendant quelque temps à l'air atmosphérique, d'où il a enlevé un peu d'oxigène qui en a oxidé la surface. Quand du zinc fondu dans des vaisseaux fermés est exposé à l'air chaud, et au moment où il commence à se figer, il se colore de nuances bleues, jaunes et rosées brillantes, et qui imitent celles de l'arc-en-ciel. C'est un commencement d'oxidation.

25. En fondant du zinc avec le contact de l'air, et en ne lui donnant que la température nécessaire pour le fondre, sans l'élever au moins beaucoup plus, sa surface s'i[illegible]e, se ride, perd son brillant, devient bientôt d'un gris sale. En enlevant cette portion qui forme pellicule, on voit s'en former une seconde, semblable à la première, qui, séparée à son tour, est remplacée par une troisième; et tout le zinc est susceptible de se convertir ainsi jusqu'à la dernière couche. Cet oxide gris se forme beaucoup plus vîte, lorsqu'on agite beaucoup le métal fondu, et lorsqu'on fait toucher l'air dans beaucoup de ses points. En faisant chauffer les grumeaux grisâtres qu'on obtient ainsi avec le contact de l'air, ces grumeaux se divisent peu à peu, et deviennent une poussière grise uniforme, qui prend à la fin une couleur jaunâtre sale. On ne peut alors pousser l'oxidation du zinc plus loin par ce procédé. L'oxide jaune qu'on a formé ainsi pèse environ dix-sept de

plus que le zinc pour cent parties de celui-ci. Il se réduit facilement en zinc par l'action du charbon rouge ; poussé à un grand feu, il se fond en un verre jaune.

26. Lorsqu'on chauffe fortement le zinc dans un creuset, de manière à le faire bien rougir ; et lorsqu'après avoir débouché ce vase, on agite le zinc ainsi rougi et presque parvenu au point de se volatiliser, il s'allume subitement, et répand une flamme d'un blanc un peu verdâtre, extrêmement éclatante, et qui, en éclairant fortement tous les objets environnans, forme un très-beau spectacle. C'est de tous les métaux celui qui brûle avec la flamme la plus sensible, et à la température la moins élevée. Cette combustion rapide, cette déflagration, qu'on a comparées avec raison à celle du phosphore par son éclat, sa vivacité, sa nuance, ainsi que par la forte chaleur qui l'accompagne, ayant lieu au moment où le zinc se réduit en vapeur et en partie dans cette vapeur elle-même, l'oxide de zinc qui se forme tout-à-coup, et qui offre dans l'air une fumée blanche, odorante et âcre, dont la sensation se porte spécialement sur la gorge, se condense dans l'atmosphère en flocons et en espèces de filamens d'un beau blanc, très-légers, d'un tissu très-délicat, assez semblable à ces fils légers, produit d'un insecte que le vent emporte au printemps et en automne. On a donné à cet oxide formé dans l'air les noms de *fleurs de zinc*, *pompholyx*, *nihil album*, *laine* ou *coton philosophique*.

27. L'oxide de zinc sublimé, *oxidum zinci sublimati*, est entièrement saturé d'oxigène ; il en contient bien plus que l'oxide gris et jaune dont j'ai parlé n°. 24, parce qu'il est le produit d'une combustion beaucoup plus forte, et il est à ce premier oxide ce qu'est l'acide phosphorique à l'acide phosphoreux. Quelques modernes pensent qu'il contient plus de la moitié du poids du zinc en oxigène, et le citoyen Guyton porte la proportion de ce principe jusqu'à 0.61. Il n'est pas volatil par lui-même. Il conserve, quelque temps après avoir

été préparé, une lueur phosphorique. Il est irréductible, et ne donne rien de son oxigène par l'action du plus grand feu, qui le fond en verre d'un jaune pur et bien net. L'oxigène y est dans un grand état de condensation et de fixité. On ne le réduit même qu'avec difficulté et à une très-forte température à l'aide du carbone; et cette opération ne réussit que dans des vaisseaux fermés : il se sublime en se réduisant. L'hidrogène contenu dans le charbon, et dégagé par l'action du feu pendant cette réduction, enlève avec lui une portion de zinc qui lui donne de la pesanteur, et la propriété de brûler avec une flamme brillante et un dépôt d'oxide. En général, cet oxide de zinc retient avec beaucoup d'opiniâtreté l'oxigène qui lui est uni, et aucun métal ne peut le lui enlever. Il serait très-utile d'en faire un examen par tous les moyens que fournit la science dans l'état actuel; car il promet des découvertes importantes.

F. *Union avec les combustibles.*

28. Il n'y a nulle combinaison connue entre l'azote et le zinc, ni entre ce métal et l'hidrogène; ce dernier corps dissout dans quelques circonstances, et élève en forme de gaz le zinc métallique : néanmoins ce gaz réduit l'oxide de zinc à une haute température. On ne connaît pas non plus d'union entre le carbone et le zinc; cependant on extrait souvent une petite quantité de charbon de ce métal; mais comme le carbone qu'on en sépare est combiné avec le fer, on pense que c'est ce dernier métal qui l'a introduit en quelque sorte dans le premier. On reviendra bientôt sur ce fait.

29. Le phosphore s'unit très-bien au zinc à l'aide de la chaleur. Margraff n'avait vu que l'union de son oxide avec ce corps combustible, et il l'avait obtenue en un sublimé orangé rougeâtre. Pelletier, qui a fait beaucoup d'expériences

sur cette combinaison, a observé la même composition en sublimé rouge : mais il en a soigneusement distingué le phosphure de zinc qu'il a fait, soit en chauffant du zinc avec du phosphore dans un creuset, soit en distillant ces deux corps dans une cornue, soit en décomposant de l'acide phosphorique vitreux par le charbon, et en ajoutant à ce mélange du zinc en limaille. Le procédé qui lui a le mieux réussi est de jeter du phosphore sur du zinc rougi dans un creuset. Il a obtenu ainsi un phosphure de zinc d'apparence métallique, moins blanc que le zinc, et même d'un gris plombé, qui s'étendait un peu sous le marteau, et qui répandait au feu l'odeur du phosphore, et laissait un résidu spongieux. Il observe qu'en chauffant dans une cornue du zinc et du phosphore, une partie du métal est toujours oxidée, et qu'on obtient à cause de cela un sublimé rouge dont il a déja été question ; il attribue cet effet à l'eau dont il est, suivant lui, bien difficile de le priver complétement.

3o. On ne peut pas combiner directement le zinc avec le soufre : quand on chauffe ces deux matières combustibles ensemble dans un creuset, le soufre se sépare sans s'unir au zinc qui prend seulement un peu plus d'infusibilité. M. Dehne a observé qu'en tenant quelque temps ces deux corps fondus ensemble dans un creuset, le zinc s'oxide, et alors s'unit au soufre, en prenant une couleur brune ou grise. Le citoyen Guyton a découvert, depuis la remarque de M. Dehne, qu'on pouvait combiner facilement ensemble l'oxide de zinc et le soufre par la fusion, et qu'il en résultait un minéral ou une sorte de mine grise, semblable au sulfure de zinc d'Huelgoët, d'où il s'élevait quelquefois des aiguilles prismatiques, jaunes et brillantes, sublimées sur le couvercle du creuset. Il en conclut que la blende contient le zinc à l'état d'oxide, mais qu'elle diffère de la combinaison artificielle, parce qu'elle est faite par la voie humide, comme le prouve l'eau qu'elle contient ; tandis que l'art n'est point encore par-

venu à former cette combinaison autrement que par la voie sèche. Malouin a constaté que les sulfures alcalins liquides ne dissolvaient pas le zinc.

31. Le zinc se combine à plusieurs matières métalliques ; il refuse de s'allier avec le cobalt, avec le bismuth et avec le nickel ; quand on fond ces métaux ensemble, on les trouve ensuite séparés dans l'ordre de leur pesanteur. On n'a aucune notion encore sur l'action réciproque du tungstène, du molybdène, du chrôme, du titane, de l'urane et du manganèse sur le zinc. On a examiné ses combinaisons avec l'arsenic, l'antimoine et le mercure.

A. Malouin a reconnu que l'arsenic métal ne s'unissait pas si bien au zinc que son oxide ou l'acide arsenieux. Cependant, en distillant un mélange de cet acide, de suif et de zinc, il a obtenu une masse noirâtre, semblable à la *blende*, mais plus tendre. Il paraît que si l'acide arsenieux s'y unit, c'est qu'il cède son oxigène au zinc, et repasse à l'état métallique. Au reste, l'essai de Malouin sur cette combinaison devrait être repris.

B. Le zinc et l'antimoine se combinent et s'allient très-bien par la fusion ; ils forment un alliage dur, à petites facettes, cassant, qui semble se rapprocher de l'acier. Le sulfure d'antimoine fondu avec ce métal en reste séparé.

C. Le zinc s'unit au mercure même par la trituration. Suivant Pott, on fait mieux cette combinaison en unissant le zinc fondu avec le mercure chaud ; on a une amalgame qui devient facilement fluide par la trituration. Elle cristallise par un refroidissement lent en lames carrées et à biseaux sur leurs bords. Elle pétille sur le feu. Plusieurs chimistes assurent qu'en la lavant dans l'eau chaude, le zinc s'en sépare en oxide. On croit encore que le zinc sépare l'antimoine du mercure ; et cela est d'accord avec la différence des degrés d'adhérence pour ce métal liquide que le citoyen Guyton a fait connaître, puisque l'antimoine n'y adhère qu'avec une

force représentée par 126, tandis que celle du zinc est exprimée par le nombre 204.

G. *Action sur l'eau et sur les oxides.*

32. Le zinc a beaucoup de tendance à décomposer l'eau en raison de sa grande attraction pour l'oxigène. Aussi ce métal en poudre, laissé même à froid en contact avec de l'eau au haut d'une cloche pleine de mercure, présente-t-il une effervescence, forme-t-il une poussière grise d'oxide, et donne-t-il du gaz hidrogène. Cette action augmente tellement et devient si énergique à de hautes températures, que l'effervescence et le bouillonnement produit des détonations dangereuses, comme Lavoisier l'a fait remarquer. On verra bientôt que cette décomposition a lieu dans beaucoup d'autres expériences, et que c'est pour cela que le zinc sert souvent aux chimistes pour obtenir du gaz hidrogène le plus pur qu'ils puissent se procurer.

Il est très-remarquable que cette oxidabilité du zinc par l'eau augmente singulièrement lorsqu'on le place sur un autre métal, tandis qu'il plonge dans ce liquide. C'est ainsi qu'en mettant deux lames de zinc dans deux vases de verre dont le fond est recouvert d'assez d'eau pour que le zinc y soit plongé, et en variant la condition de ce métal de manière que dans l'un des vases il soit seul en contact avec l'eau, tandis que dans l'autre il porte sur une lame ou une pièce d'argent, cette dernière lame est recouverte et comme enveloppée de flocons d'oxide blancs au bout de quelque heures; tandis que la lame de zinc seule, ou ne s'oxide pas, ou n'offre qu'une légère apparence d'oxidation.

33. Ce métal agit avec beaucoup d'énergie sur la plupart des oxides métalliques, auxquels il enlève à chaud la plus grande partie de leur oxigène. Comme il tient le second rang après le manganèse, dans l'ordre des attractions pour ce principe, il peut servir à décomposer presque tous les oxides; et comme

c'est en même temps le métal qui absorbe l'oxigène le plus solide, souvent il s'enflamme au moment où il s'empare de ce principe. C'est ainsi qu'en chauffant rapidement dans une cornue de verre un mélange de zinc en limaille fine ou en poudre avec l'oxide rouge de mercure, on voit, au moment où ces corps rougissent, une flamme ou des étincelles qui parcourent et remplissent l'appareil, et l'on trouve ensuite le mercure réduit, et le zinc en oxide enduisant de toutes parts les parois de la cornue.

H. *Action sur les acides.*

34. Il n'est pas de métal qui ait sur les acides une action plus prompte, qui les décompose, ou l'eau qui les accompagne, avec plus d'activité, et qui se dissolve plus abondamment dans ces corps. L'acide sulfurique étendu d'eau, versé sur du zinc en limaille ou en fragmens, paraît l'attaquer avec force; il se produit promptement et à froid une vive effervescence; le mélange s'échauffe beaucoup. Il s'en dégage une grande quantité de gaz hidrogène, qui tient en dissolution un peu de carbone, mais qui est cependant un des plus purs et des plus légers que les chimistes puissent obtenir. Aussi est-ce de ce gaz qu'ils se servent pour recomposer l'eau dans leurs expériences exactes; et c'est lui qui dans l'expérience que j'ai faite en 1790, dans mon laboratoire, avec les citoyens Seguin et Vauquelin, nous a donné pour la première fois de l'eau très-pure et sans acide. Le peu de carbone dissous dans le gaz hidrogène ainsi obtenu, provient de la petite quantité de carbure de fer contenue dans le zinc, et dont je parlerai tout-à-l'heure. On ne peut douter que l'eau, décomposée par ce métal très-avide d'oxigène, ne soit ici la source de ce gaz, puisque l'acide sulfurique concentré ne dissout point le zinc sans l'aide de la chaleur, et puisque, décomposé lui-même dans le cas de sa concentration, il donne du gaz acide sulfureux. L'eau opère donc dans ce cas

l'oxidation du métal, dont l'oxide se dissout à mesure qu'il est formé dans l'acide sulfurique qu'on retrouve en effet tout entier après la dissolution. A mesure que cette dissolution s'opère on voit nager dans la liqueur un peu de poudre noire très-divisée, qui a long-temps été méconnue des chimistes, et qui n'est que du carbure de fer ou de la *plombagine*, existant primitivement dans le zinc, d'où il se sépare comme indissoluble. Quand le dégagement du gaz hidrogène est passé, et que la dissolution du zinc est opérée, la liqueur a une odeur singulière, analogue à celle d'une graisse rance; elle est trouble et remplie d'une poudre blanche qui disparaît peu à peu, et laisse reprendre une parfaite transparence à cette dissolution, lorsqu'on y ajoute de l'eau qui la dissout. En l'évaporant convenablement, et en la laissant refroidir, on obtient le sulfate de zinc cristallisé.

35. Le sulfate de zinc bien pur et préparé ainsi est blanc et transparent. Il cristallise en prismes tétraèdres, terminés par des pyramides à quatre faces; les pans de ces prismes sont lisses, et ils ont quelques rapports avec ceux de sulfate de magnésie. Cette cristallisation n'est pas très-difficile; et lorsque le sel est pur, elle réussit toujours bien, en laissant refroidir sa dissolution un peu épaissie par le feu. Ce sel a une saveur âcre, styptique et métallique assez forte. On le prépare aussi en dissolvant l'oxide de zinc gris ou blanc dans l'acide sulfurique, qui s'en sature cependant beaucoup plus difficilement que lorsque le métal est oxidé peu à peu par l'eau. En chauffant du sulfate de zinc dans une cornue, il se fond, perd son eau de cristallisation, donne une partie de son acide en état d'acide sulfureux et un peu d'eau; il se dessèche et se décompose en partie: en sorte que quand on essaie ensuite de le redissoudre dans l'eau, il reste une portion d'oxide de zinc indissoluble. Exposé à l'air, le sulfate de zinc s'effleurit, perd son eau de cristallisation. Il est décomposé et précipité en oxide blanc par tous les alcalis, et ces préci-

pités, sur-tout ceux qui sont faits par les carbonates, peuvent fournir des blancs à la peinture. Cet oxide précipité est dissoluble dans les acides et dans un excès des alcalis précipitans, sur-tout de l'ammoniaque. Le sulfate de zinc est aussi décomposé à l'aide du feu par le nitre qu'il décompose en même temps; il résulte de cette décomposition faite dans une cornue, de l'acide nitrique en partie nitreux, et du sulfate de potasse mêlé d'oxide de zinc. Les sulfures alcalins et les hidrosulfures précipitent aussi le sulfate de zinc en orangé foncé ou brun; il se dépose alors de l'oxide de zinc sulfuré et hidrosulfuré.

36. Il existe dans le commerce, sous les noms de *couperose blanche*, *vitriol blanc*, *vitriol de Goslard*, un sulfate de zinc préparé en grand à Goslard. Il est sous la forme de masses blanches, grenues comme du sucre, souvent tachées de jaune. On le prépare en faisant griller l'oxide de zinc sulfuré natif ou la blende; en traitant cette mine grillée et déja changée en sulfate par la combustion du soufre à l'aide de l'eau, en décantant la liqueur claire, en la faisant évaporer et cristalliser subitement par le refroidissement, en faisant fondre même ce sel pour lui enlever une portion de son eau de cristallisation, et l'obtenir en masses informes, solides et grenues. Ce sel présente toutes les propriétés du sulfate de zinc qu'on vient de décrire; il n'en diffère que parce qu'il est impur, et contient du sulfate de fer: aussi quand on le fait dissoudre et quand on laisse sa dissolution à l'air, s'en sépare-t-il un oxide de fer rouge, et les cristaux qu'on en obtient ont-ils souvent une couleur rose, indice certain de la présence de ce dernier métal, qu'on y prouve d'ailleurs par la teinte violette ou noire que prend la dissolution de ce sel impur dès qu'on y ajoute un peu de noix de galle. On croit aussi que ce sel du commerce contient un peu de plomb. Pour le purifier on conseille de mettre dans sa dissolution des morceaux de zinc, qui précipitent les métaux étrangers. Alors il est très-pur et

peut servir comme le sulfate de zinc artificiel, pourvu que le zinc, employé à la préparation de ce dernier, soit bien exempt de fer ; ce qui a lieu lorsqu'en le fabriquant on a soin de mettre dans l'acide sulfurique plus de zinc qu'il n'en peut dissoudre.

37. L'acide sulfureux attaque promptement le zinc en poudre ou en limaille ; il se produit beaucoup de chaleur ; il se dégage du gaz hidrogène sulfuré ; la liqueur devient d'abord brune ; quelquefois elle se trouble et prend une couleur jaune de soufre ; sur la fin de l'action elle s'éclaircit. Cette dissolution a une saveur piquante, astringente et sulfureuse. Les acides sulfurique et muriatique en dégagent avec effervescence du gaz acide sulfureux, et en précipitent une poussière blanche jaunâtre. L'acide nitrique en sépare d'abord du gaz sulfureux, et ensuite un précipité floconneux, ductile et poisseux. Le précipité, est de véritable soufre. Exposée à l'air, la dissolution sulfureuse de zinc s'épaissit comme du miel liquide, donne des aiguilles ou prismes fins tétraèdres à pyramides quadrangulaires très-aiguës, qui deviennent blancs à l'air, et forment une poussière blanche indissoluble dans l'eau. Chauffé au chalumeau, ce sel se gonfle, répand une lumière vive et éclatante comme du zinc qui brûle, s'élève par ramifications d'arbrisseaux très-agréables, ou en tubercules surmontés d'une foule d'autres tubercules plus petits : c'est un des plus singuliers, et des plus jolis spectacles que présentent les expériences faites au chalumeau. Il est en partie dissoluble dans l'alcool : la partie non dissoute ne donne que du gaz acide sulfureux par l'acide sulfurique, tandis que la partie dissoute, en donnant le même gaz par cette acide, présente un précipité abondant de soufre. Distillé dans une cornue, ce sulfite de zinc donne de l'eau, de l'acide sulfureux, de l'acide sulfurique, du soufre sublimé ; il reste de l'oxide de zinc mêlé d'un peu de sulfate de ce métal. La poudre jaune, séparée de ce sel par les acides, brûle en bleu sur les charbons allumés ; elle

se dissout en sulfure brun par les alcalis liquides. Ainsi ce sel est un *sulfite sulfuré de zinc* : dans sa dissolution par l'acide sulfureux liquide, le métal a décomposé l'eau et une portion de l'acide sulfureux lui-même, puisqu'il se dégage du gaz hidrogène sulfuré ; le soufre séparé ne se précipite pas pendant la dissolution, et se combine avec le sulfite de zinc ; celui-ci cependant n'en est pas saturé, puisque l'alcool, en dissolvant seulement la portion de sulfite sulfuré qu'il contient, en sépare du sulfite de zinc.

38. Comme le zinc est un des métaux qui présentent avec le plus d'énergie les propriétés bien remarquables d'une double combinaison avec l'acide sulfureux ; et comme ces combinaisons n'ont point encore été convenablement décrites ni même indiquées par les chimistes, je ferai connaître ici avec quelques détails une seconde espèce de sel ou de sulfite de zinc non sulfuré comme l'est le précédent. C'est le résultat d'expériences nombreuses faites en commun par le citoyen Vauquelin et moi, que j'exposerai ici, parce qu'il jette beaucoup de jour sur des composés inconnus jusqu'ici, et cependant très-utiles à distinguer pour les progrès de la chimie. J'en ai déja indiqué les bases dans le premier article de cette section.

En mêlant de l'oxide de zinc blanc avec de l'acide sulfureux très-concentré, ces deux corps se combinent sans mouvement, avec chaleur et destruction d'odeur de la part de l'acide. Quand la saturation est complète, il se forme à la surface de la liqueur des cristaux blancs en trémies. Ce sel ou *sulfite de zinc* pur, comparé au précédent ou au *sulfite sulfuré de zinc*, présente les propriétés suivantes.

a. Il a une saveur moins piquante, mais plus styptique que ce dernier.

b. Il est moins dissoluble dans l'eau et cristallise plus facilement.

c. Les acides connus jusqu'ici ou à radicaux simples le décomposent avec effervescence, mais ils n'en séparent point de soufre comme du sulfite sulfuré.

d. Il est indissoluble dans l'alcool, tandis que le précédent l'est entièrement et même abondamment.

e. Il forme des précipités blancs avec les alcalis, tandis que le sulfite sulfuré donne des précipités jaunâtres.

f. Exposé à l'air, il se convertit promptement en sulfate de zinc, et le sulfite sulfuré se conserve très-long-temps à l'air sans éprouver d'altération.

g. Le précipité que le sulfite de zinc donne par les alcalis est complétement dissoluble à froid dans l'acide sulfurique; celui que fournit le sulfite sulfuré ne l'est qu'en partie, et laisse du soufre pur après la séparation de l'oxide de zinc par cet acide.

h. On change toutes les propriétés de ce sulfite de zinc, et on le forme sulfite sulfuré, lorsqu'au lieu de dissoudre de l'oxide de zinc pur dans l'acide sulfureux, on traite à chaud par cet acide un mélange de soufre et d'oxide de zinc. Cependant il est moins sulfuré par cette opération que celui qui est préparé avec le zinc et l'acide sulfureux, parce que dans ce dernier cas le zinc, en décomposant l'acide sulfureux, et en séparant le soufre, s'y unit plus intimement et plus abondamment, à cause de son grand état de division.

39. L'acide nitrique concentré peut enflammer le zinc: pour en opérer la dissolution, il faut prendre cet acide faible et le zinc en fragmens un peu gros. Il y a une chaleur considérable produite; l'effervescence qui accompagne cette dissolution donne lieu au dégagement d'une grande quantité de gaz nitreux, qui rougit subitement et fortement avec l'air lorsqu'on fait l'opération dans des vaisseaux ouverts; on recueille par là beaucoup de gaz nitreux. Ainsi, le zinc décompose avec rapidité l'acide du nitre, et lui enlève de l'oxigène. Quand ce métal contient du fer, celui-ci se sépare à la surface de la dissolution sous la forme d'un oxide rougeâtre; quand il est pur, il ne laisse qu'un peu de poussière noire de carbure de fer, comme l'acide sulfurique. L'oxide de zinc, à mesure

qu'il est formé, se dissout dans l'acide nitrique, qui en prend même beaucoup plus que l'acide sulfurique. Cette dissolution est souvent d'un jaune verdâtre ; elle est très-caustique, quoique faite avec un acide étendu d'eau. Elle donne par l'évaporation et le refroidissement des cristaux en prismes tétraèdres comprimés et striés, terminés par des pyramides à quatre faces. Ce sel se fond sur les charbons, et fuse, en pétillant, dans la partie qui est desséchée. Il répand en détonant une petite flamme rougeâtre. Fondu dans un creuset, il laisse dégager promptement des vapeurs rouges ; il prend une couleur foncée et une consistance gélatineuse. Refroidi dans cet état, il conserve quelque temps sa mollesse. En continuant de le chauffer il se dessèche, donne du gaz nitreux et du gaz oxigène, et laisse un oxide jaunâtre. Hellot avait insisté sur l'acide nitreux retiré de ce sel, et sur la couleur rouge qu'il prend en se fondant. Le nitrate de zinc attire l'humidité de l'air et perd sa forme. Il est bien décomposé par l'acide sulfurique ; les alcalis en précipitent un oxide blanc qu'ils redissolvent, et les carbonates alcalins fournissent en le précipitant un carbonate de zinc très-blanc. On ne connaît pas le nitrite de zinc, quoiqu'il soit vraisemblable que le nitrate chauffé et devenu d'une couleur rouge est dans cet état.

4o. L'acide muriatique agit sur le zinc avec beaucoup de rapidité ; il le dissout en donnant avec une vive effervescence du gaz hidrogène très-pur ; il favorise donc fortement la décomposition de l'eau par ce métal. A mesure que le zinc oxidé se dissout dans l'acide muriatique, il se sépare une poudre noire de carbure de fer. La dissolution muriatique de zinc est blanche et sans couleur ; elle ne fournit pas de cristaux, quelque fortement qu'on l'évapore ; mais elle se prend en une masse transparente et molle comme une gelée. Elle donne à la distillation un peu d'acide très-fumant, et un muriate de zinc solide et fusible à une douce chaleur, qu'on

nommait autrefois *beurre de zinc*. Ce muriate de zinc, sublimé et congelé, est d'un beau blanc, formé de petits prismes collés les uns sur les autres. Il est décomposable par l'acide sulfurique, qui en dégage l'acide muriatique en vapeur ou gaz. Les alcalis le précipitent en blanc; l'eau ne le précipite point; il l'attire peu à peu de l'atmosphère et forme bientôt une gelée transparente. On l'obtient aussi en décomposant le muriate suroxigéné de mercure par le zinc.

41. Le zinc, jeté en poudre dans du gaz acide muriatique oxigéné, s'enflamme et s'oxide en blanc autant que par l'acide nitrique. Il est ensuite dissoluble dans l'acide muriatique ordinaire, et forme le même sel que par la dissolution du zinc dans cet acide simple. L'acide muriatique oxigéné liquide dissout le zinc sans mouvement et sans effervescence, parce que ce métal s'oxide en lui enlevant tranquillement l'oxigène et s'unit à mesure à l'acide muriatique désoxigéné. Cette dissolution ne diffère pas de celle du métal ou de son oxide dans cet acide simple. On ne connaît point encore le muriate suroxigéné de zinc, qui paraît se reproduire lorsqu'on traite l'oxide de zinc par l'acide muriatique oxigéné.

42. L'acide phosphorique étendu d'eau attaque le zinc avec dégagement de gaz hidrogène dû à la décomposition de l'eau; on voit bientôt se former une poudre blanche qui se dépose et qui est du phosphate de zinc. On l'obtient aussi en précipité blanc, dû à l'effet d'une double attraction élective nécessaire, lorsqu'on verse dans une dissolution de sulfate, de nitrate ou de muriate de zinc, celle des phosphates de potasse, de soude ou d'ammoniaque. On ne connaît pas encore les propriétés caractéristiques du phosphate de zinc. Ce métal, chauffé fortement avec l'acide phosphorique vitreux, en réduit une portion en phosphore, avec laquelle il se combine en phosphure de zinc.

43. On n'a point examiné les combinaisons des acides

fluorique et boracique sur le zinc. Le premier l'attaque avec effervescence et dégagement de gaz hidrogène. Le second ne l'attaque que bien faiblement par le contact immédiat, mais il se combine avec son oxide, lorsqu'on verse la dissolution nitrique ou muriatique de zinc dans les dissolutions de borate de potasse ou de soude. On n'a point examiné les propriétés distinctives du borate de zinc ; on sait seulement qu'il est indissoluble dans l'eau.

44. Le zinc, mis en poussière fine dans de l'acide carbonique liquide, est oxidé et dissous assez abondamment après vingt-quatre heures de séjour dans cet acide, pour que, suivant Bergman, cette dissolution exposée à l'air se couvre d'une pellicule diversement colorée de carbonate de zinc. C'est sans doute ainsi que la nature prépare le carbonate qu'on trouve dans les mines secondaires de ce métal. Rien ne prouve mieux que cette dissolution du zinc dans l'eau chargée d'acide carbonique, la grande tendance dont jouit ce métal pour s'unir à l'oxigène, et la propriété qu'il a de décomposer facilement l'eau ; car il n'est pas douteux, quoiqu'on ne voie point ici d'effervescence, qu'il ne se dégage du gaz hidrogène, comme on le reconnaît à l'odeur de la dissolution.

45. Les acides arsenique, tunstique, molybdique et chromique sont susceptibles de s'unir à l'oxide de zinc, qui, dans l'état métallique, les décompose et leur enlève l'oxigène. On n'a encore obtenu l'arseniate, le tunstate, le molybdate et le chromate de zinc, que par des attractions doubles, en précipitant le nitrate de zinc par les combinaisons de ces acides avec des alcalis. Ces sels se déposent en poussière, parce qu'ils sont insolubles dans l'eau ; les trois premiers sont blancs, et le chromate de zinc est d'un rouge orangé. Ces composés sont détruits par les acides précédens isolés.

I. *Action sur les bases et les sels.*

46. Parmi les bases salifiables, on ne connaît encore que l'action des alcalis sur le zinc. Quand on le plonge dans des dissolutions de potasse ou de soude, il se ternit; sa couleur noircit; et même lorsqu'on fait bouillir ces liqueurs, il se dégage un peu de gaz hidrogène : les alcalis se colorent alors en jaune sale, et on peut en précipiter un oxide de zinc blanc par les acides.

L'ammoniaque, d'après les expériences de Lassone, agit plus encore à froid sur ce métal; il se développe plus de gaz hidrogène; l'oxide formé se dissout plus abondamment dans la liqueur, et au bout de quelque temps on voit une grande quantité de cet oxide blanc au fond de l'alcali volatil. Ces dissolutions alcalines se troublent par l'exposition à l'air, dont l'oxigène et l'acide carbonique agissant simultanément précipitent l'oxide. Voilà encore une nouvelle preuve de la forte attraction du zinc pour l'oxigène, et de la facilité avec laquelle il opère la décomposition de l'eau, aidée seulement dans ce cas par l'action des alcalis.

47. Le zinc décompose les sulfates alcalins et terreux à l'aide de la chaleur. Il s'empare de l'oxigène de l'acide sulfurique, le réduit à l'état de soufre qui s'unit aux bases des sulfates. Ces sulfures, une fois formés, se combinent, quoique difficilement, avec l'oxide de zinc; et quand on lessive cette masse fondue, on dissout dans l'eau les sulfures, qui ne tiennent que très-peu d'oxide de zinc en dissolution. La plus grande partie de cet oxide reste pure et isolée après cette action de l'eau. Pott a observé que le zinc décomposait l'alun par l'ébullition; il se forme dans ce cas un sulfate triple de zinc et d'alumine.

48. Les nitrates brûlent vivement le zinc à l'aide de la température rouge; leur acide est décomposé; l'oxigène se

porte sur le métal, auquel il s'unit plus solidement et plus étroitement qu'il ne l'était dans la combinaison nitrique : de là l'activité et l'éclat de la détonation et de la flamme qui accompagnent cette combustion rapide. L'azote se dégage en gaz, et le résultat de cette opération est un oxide de zinc au *maximum* d'oxidation, uni en partie à la base du nitrate qui y a servi. On emploie le plus communément à cette combustion le nitrate de potasse ; on en mêle trois parties bien sèches avec une partie de zinc en limaille fine, ou même en poussière passée au tamis ; on projette le mélange dans un creuset rouge ; la violence de l'inflammation qui a lieu sur-le-champ, est telle qu'il s'élance loin de ce vaisseau des jets de matière ardente avec des éclairs et une lumière très-brillante : aussi faut-il l'opérer avec précaution. L'oxide de zinc, qui en est le produit, se trouve uni à la potasse ; et quand on lessive ce résidu, l'eau en dissout une partie avec l'alcali : de sorte qu'on peut en reconnaître l'existence par un acide versé dans cette lessive. Hellot assurait que cette liqueur était regardée et donnée par un certain Respour, alchimiste habile, comme une espèce d'*alkaest* ou de dissolvant universel des métaux. La beauté de la flamme et du spectacle qui résultent de cette vive combustion du zinc par le nitrate de potasse, en a fait un des moyens employés par les artificiers pour les bombes qui éclatent en l'air et qui y lancent ces feux blancs, ces étoiles brillantes dont la belle lumière éclaire un si grand espace.

49. Quoique plus faible que sur les sels précédens, l'action du zinc sur les muriates est loin d'être nulle. Pott a décrit quelques expériences qui semblent prouver que ce métal est susceptible de décomposer le muriate de soude. Macquer a vu que trituré avec le muriate ammoniacal il en dégageait l'ammoniaque, même à froid. Bucquet a observé qu'en distillant ce sel avec du zinc, on obtenait du gaz ammoniac et du gaz hidrogène. Ce dernier produit ne peut être dû

qu'à la décomposition de l'eau contenue dans le sel par le zinc, qui l'opère avant de s'unir à l'acide muriatique. Le résidu de cette opération est du muriate de zinc qu'on peut sublimer à un feu plus fort. Suivant Hellot, l'oxide de zinc produit la même séparation des principes du muriate d'ammoniaque.

50. Les phosphates et les borates se fondent avec le zinc et se combinent par la fusion avec son oxide, qui donne à leurs verres une teinte d'un jaune verdâtre. Il n'y a point de décomposition de ces sels par le métal. Quelqu'attraction qu'il ait pour l'oxigène, il ne peut point agir, plus que ne le fait le charbon, sur l'acide phosphorique uni aux bases terreuses et alcalines, qui, comme on l'a vu dans la section précédente, est fortement fixé par ces bases.

51. Le zinc décompose le plus grand nombre des sels et des dissolutions métalliques par sa forte attraction pour l'oxigène; il en précipite les métaux sous forme métallique en les débrûlant complétement, ou sous celle d'oxides moins oxidés qu'ils n'étaient. Il est très-utile pour les analyses des mines par cette propriété. Son oxide a aussi plus d'attraction pour les acides que la plupart des autres.

K. *Usages.*

52. Le zinc est d'un usage aussi multiplié qu'important dans un grand nombre d'arts. Il fait partie de beaucoup d'alliages un peu durs et blancs. C'est sur-tout pour la fabrication des tombacs et des laitons, dont on parlera ailleurs, qu'il est employé. Les Orientaux et spécialement les Chinois s'en servent, comme on l'a vu plus haut, beaucoup plus fréquemment que les Européens, sans doute parce qu'ils l'ont plus abondamment que nous, et peut-être parce qu'ils en connaissent mieux les propriétés utiles. On l'a proposé pour l'étamage du cuivre : on reviendra sur cet usage dans l'histoire de ce dernier métal. Malouin, dans ses mémoires insérés parmi

ceux de l'académie pour 1743 et 1744, a comparé le zinc à l'étain pour ses propriétés économiques, et lui a souvent donné la préférence.

53. La médecine a déja tiré partie du zinc et de ses préparations chimiques. Sa propriété conductrice à un si haut degré de l'électricité animale le rendra quelque jour beaucoup plus précieux encore à l'art salutaire. On a employé autrefois le sulfate de zinc comme émétique, sous le nom de *gilla vitrioli*. L'oxide de zinc, préparé dans les laboratoires de pharmacie, est prescrit comme antispasmodique, à la dose d'un demi-décigramme jusqu'à celle de quelques décigrammes au plus. Il a été fort vanté dans les maladies convulsives des enfans, et donné d'abord, comme remède secret, sous le nom de *lune fixée*, par un certain Ludemann, en Hollande. Gaubius, en examinant ce remède, a trouvé qu'il n'était que de l'oxide de zinc appelé alors *fleurs de zinc*. On se sert de cet oxide, et sur-tout de la *tuthie* et du sulfate de zinc, comme de très-bons médicamens externes dans les maladies des yeux.

Fin du cinquième volume.

TABLE DES MATIÈRES

DU CINQUIÈME VOLUME.

SIXIÈME SECTION.

Des métaux en particulier.

Fin de la table du cinquième volume.

ERRATA.

Page 12, ligne 30. le moins, *lisez* la plus.
14. —— 14. *après* l'odeur, *ajoutez* et la saveur.
26. —— 19. oxides, *lisez* acides.
49. —— 3. requièrent, *lisez* acquièrent.
59. —— 12. vraisemblable, *lisez* invraisemblable.
143. —— 34. phosphore, *lisez* phosphure.
145. —— 26. métal, *lisez* cobalt métallique.
153. —— 4. *après* Paris., *ajoutez* Il paraît être plus arseniqué que sulfuré.
183. —— 17. l'oxidation, *lisez* la désoxidation.
184. —— 13. oxigéné, *lisez* suroxigéné.
Id. —— 16. oxigéné, *lisez* suroxigéné.
201. —— 21. sulfure d'antimoine, *lisez* sulfure de bismuth.
214. —— 9. remis, *lisez* réunis.
238. —— 28. *au lieu de* que l'oxide, *lisez* qu'il oxide.
239. —— 9. moins, *lisez* plus.
247. —— 14. moins oxidé, *lisez* plus oxidé.
264. —— 18. sulfure, *lisez* sulfate.
277. —— 32. la matière se fige, *lisez* sa vapeur se condense.
294. —— 30. métal, *lisez* matras.
315. —— 30. oxide, *lisez* acide.
317. —— 12. deux cents, *lisez* deux mille.
325. —— 12. oxide, *lisez* acide.
331. —— 1. les sels, *lisez* ces deux sels.
348. —— 33. diriger, *lisez* digérer.

SYSTÊME

DES

CONNAISSANCES CHIMIQUES.

SYSTÈME

DES

CONNAISSANCES CHIMIQUES,

ET DE LEURS APPLICATIONS

AUX PHÉNOMÈNES

DE LA NATURE ET DE L'ART;

PAR A. F. FOURCROY,

De l'Institut national de France ; Conseiller d'État ; Professeur de chimie au Muséum d'histoire naturelle, à l'École polytechnique et à l'École de médecine ; des Sociétés philomathique et philotechnique, d'Agriculture, d'Histoire naturelle ; de la Société médicale d'émulation, de celle des Amis des arts, de celle des Pharmaciens de Paris ; du Lycée républicain, du Lycée des arts ; membre de plusieurs Académies et Sociétés savantes étrangères.

TOME VI.

PARIS,

Baudouin, Imprimeur de l'Institut national des Sciences et des Arts, rue de Grenelle-Saint-Germain, n°. 1131.

BRUMAIRE AN IX.

Cet ouvrage est mis sous la sauve-garde de la loi.
Tous les exemplaires sont signés par l'Auteur et l'Imprimeur.

A. L. Fouraux Baudouin

SYSTÊME

DES

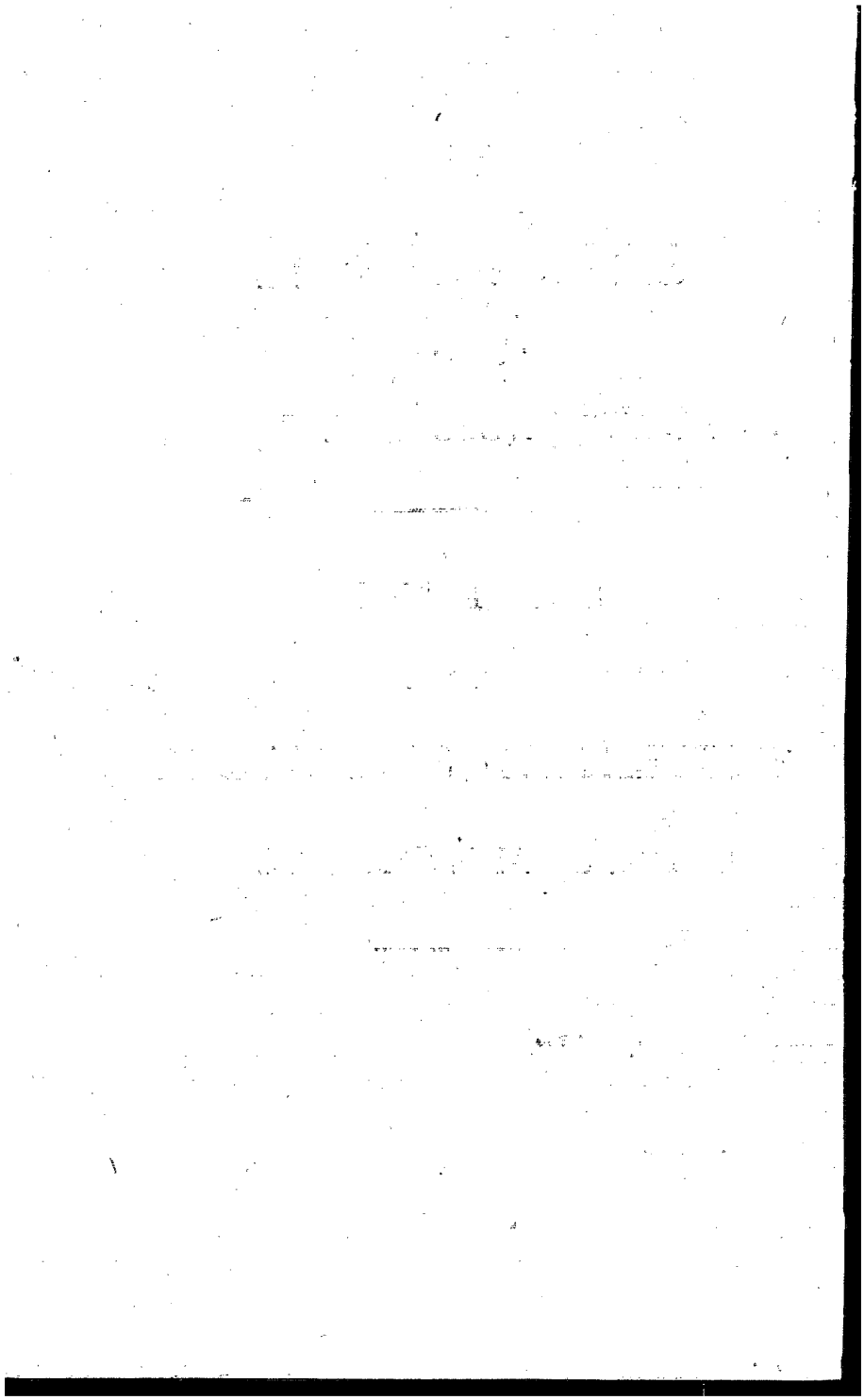
CONNAISSANCES CHIMIQUES.

SUITE

DE LA

SIXIÈME SECTION.

DES MÉTAUX.



SUITE
DE
LA SIXIÈME SECTION.

ARTICLE XVI.

De l'étain.

A. *Histoire.*

1. L'ÉTAIN est un des premiers métaux connus, et un de ceux dont l'homme a fait, à ce qu'il paraît, le plutôt la découverte : au moins celle-ci semble-t-elle se perdre dans la nuit de l'antiquité, et remonter presque jusqu'aux temps fabuleux. Les Egyptiens en faisaient déja un grand usage dans leurs arts ; les Grecs l'alliaient avec les autres métaux. Pline, sans en faire une véritable histoire ni comparer exactement ses propriétés à celles des autres métaux, en parle comme d'un métal très-connu, très-employé dans les arts, et même servant à un grand nombre d'ornemens de luxe : il le nomme souvent *plomb blanc*, et indique ses fréquens et frauduleux alliages avec le plomb noir, ou le plomb proprement dit. Il attribue aux Gaulois l'invention de l'étamage. En considérant le traitement et la fusion facile de l'étain, on ne serait point étonné que son usage ait été si fréquent chez les peuples les plus anciens, s'il existait natif, ou si ses mines étoient aisées à exploiter. Mais en réfléchissant à la difficulté de cette exploitation et au peu de rapport de ces mines avec l'étain, on ne conçoit pas facilement comment la découverte et l'emploi de l'étain remontent à des temps si reculés.

2. Les alchimistes se sont beaucoup occupés de l'étain ; ils l'ont nommé *Jupiter*, et ils ont désigné ses diverses préparations sous le nom de *Joviales*. En le comparant à cette planète, ils expliquaient ainsi, suivant Boerhaave, le signe hiéroglyphique par lequel ils le représentaient. La moitié gauche de ce signe offrait le caractère de la lune et du croissant, auquel était liée, à droite, la croix, signe de l'âcreté, de la qualité rougeante, employé si souvent pour désigner cette propriété dans les acides. Ils exprimaient par là un rapport remarquable de l'étain avec l'argent ; rapport qui, suivant eux, était bien connu de tous les essayeurs par sa fixité dans la coupelle, et de plus l'union d'un prétendu soufre crud, dont il s'agissait de le débarrasser par sa transmutation en argent. Cette chimère a long-temps tourmenté l'esprit des alchimistes, et ils y ont puisé tous les travaux qu'ils ont faits sur ce métal.

3. L'étain a été examiné par un grand nombre de chimistes habiles : ceux qui s'occupaient des opérations de l'art sous le rapport pharmaceutique ont essayé de le préparer de beaucoup de manières diverses, moins cependant que le fer, l'antimoine et le mercure, pour en approprier l'usage à diverses maladies. La Poterie ou Poterius s'est distingué dans cette classe, et il a donné son nom à une préparation médicale d'étain, *l'antihectique*. C'est cependant un des métaux dans lesquels les chimistes pharmacologistes ont eu le moins de confiance ; la plupart y ont redouté un âcre arsenical dont ils y admettaient la présence. Margraff a autorisé cette crainte et augmenté ce soupçon en donnant une analyse de ce métal, où il avait dit avoir trouvé en effet une proportion effrayante d'arsenic. Schultz avait cependant annoncé que l'étain pur ne contenait rien de dangereux, et le beau travail de Bayen sur cet objet a dissipé tous les nuages et détruit toutes les craintes que les résultats étrangement erronés de Margraff avait répandus sur son usage économique.

4. Les auteurs systématiques de chimie, et sur-tout les des-

cripteurs de procédés, depuis Lemery jusqu'à Rouelle, ont beaucoup étendu les connaissances sur ce métal. Ils l'ont successivement traité par les principaux acides, les sels, les alcalis ; ils en ont étudié les alliages, les diverses combinaisons : c'est sur-tout à Macquer et au citoyen Baumé qu'on doit le plus grand nombre d'expériences sur cet objet. De leur côté, les minéralogistes et les métallurgistes ont étudié avec soin, et ses divers états dans la nature, et les procédés d'essais et d'exploitation de ses mines.

5. Je ne connais point d'auteurs monographes qui aient entrepris encore de faire une histoire chimique complète de l'étain. Les grands articles de Baumé, de Macquer, de Wasserberg et de Gren présentent bien l'ensemble des principales connaissances acquises à l'époque de la publication de leurs ouvrages sur l'étain ; mais il n'a point encore eu d'historien spécial, comme l'antimoine, le mercure, le fer, l'argent, l'or et le platine ; et cependant ses propriétés remarquables et ses usages importans auraient dû en quelque sorte lui mériter cet honneur. A la vérité, on a beaucoup de mémoires particuliers sur quelques-unes de ses combinaisons. Libavius a le premier découvert le singulier produit de la décomposition du muriate suroxigéné de mercure par l'étain, et donné son nom à ce produit. Bergman a traité d'une mine d'étain sulfureuse ou d'une espèce d'*or mussif*, natif de Sibérie. Bullion et Pelletier ont donné des dissertations très-bien faites sur la préparation de cet oxide d'étain sulfuré. Rouelle le cadet a publié des expériences utiles sur la décomposition du muriate suroxigéné de mercure par l'étain. Bayen et Charlard ont enrichi la chimie d'une suite de recherches précieuses sur l'analyse des alliages de ce métal, et sur l'art d'en connaître la pureté ou les matières métalliques qui l'altèrent.

6. Depuis la révolution de la chimie, sans devenir l'objet d'un travail suivi dans tous les détails de ses propriétés, suivant le mode ingénieux que cette révolution a fourni à l'art

expérimental, l'étain a été le sujet de plusieurs découvertes capitales, dont les unes ont concouru à établir la doctrine pneumatique, les autres ont servi à en solidifier les bases et à en confirmer les résultats. Comme c'était sur l'étain que Jean Rey avait appelé en 1630 l'attention des physiciens par son opinion sur la fixation de l'air dans ce métal pendant sa *calcination*, comme Boyle, à la fin du même siècle, avait tenté d'apprécier la cause de l'augmentation de poids de sa *chaux*, Lavoisier recommença et rectifia en 1774 l'expérience de Boyle, en faisant *calciner* de l'étain dans un grand vaisseau de verre fermé, et contenant une quantité connue d'air. Ce fut par là qu'il ouvrit en quelque sorte la scène de ses étonnantes recherches chimiques sur l'air, et qu'il prouva que cette prétendue calcination des métaux n'était qu'une combustion dans laquelle une partie de l'air atmosphérique se fixait et se combinait avec eux. Depuis ces intéressantes expériences, le citoyen Adet et Pelletier ont examiné par des moyens ingénieux le muriate d'étain dans ses deux états, et ont fait voir par là combien les propriétés de ce métal pouvaient être éclaircies par la doctrine pneumatique, et combien elles pouvaient en même temps éclairer elles-mêmes les points principaux de cette doctrine : aussi, quoique les recherches chimiques sur l'étain soient loin d'être épuisées, on verra cependant que l'histoire de ce métal, présentée d'après les données exactes de la chimie pneumatique, offre des résultats précis et exacts, et un ensemble beaucoup plus parfait qu'ils ne l'étaient dans les ouvrages systématiques écrits avant ou même depuis cette heureuse époque.

B. *Propriétés physiques.*

7. L'étain pur est d'une couleur blanche, aussi belle et aussi éclatante que celle de l'argent; et si cette couleur n'était pas altérable, il serait aussi précieux que ce dernier métal par cette propriété. On le regardait autrefois comme le plus léger des

métaux, lorsqu'on faisait une classe particulière et distincte des demi-métaux. Sa pesanteur spécifique est de 7.291 à 7.500, suivant les expériences comparées des physiciens depuis Muschenbroëck jusqu'à Brisson, et en prenant différens étains. Il tient le douzième rang par cette propriété.

8. C'est un des plus moux des métaux : on le raie avec l'ongle, et il n'est presqu'aucun métal qui ne puisse entamer sa surface par la pression ou le frottement. Il se laisse très-aisément couper au couteau, on le ploie facilement, et il fait entendre un bruit particulier que l'on nomme le *cri de l'étain.* On lui a comparé le zinc par cette propriété ; mais elle est bien éloignée ou bien plus faible dans ce dernier métal que dans l'étain. Ce phénomène paraît tenir à l'écartement des parties, et à la rupture subite qu'elles éprouvent par le pli, quoique l'étain ne se brise que difficilement. Sa qualité sonore est faible ; sa ductilité est assez grande pour qu'on le réduise par le marteau et par les cylindres du laminoir, en lames ou en feuilles très-minces, qui sont d'un grand usage dans les arts. Il tient le cinquième rang parmi les métaux, par cette propriété : il a peu d'élasticité et de tenacité ; un fil de ce métal, d'un dixième de pouce de diamètre, soutient, sans se rompre, un poids de 49 $\frac{1}{2}$ livres.

9. L'étain est un des plus dilatables des métaux par le calorique dans les expériences pyrométriques de Muschenbroëck. Un petit cylindre de ce métal, de six pouces de longueur, exposé à la chaleur de l'eau bouillante, a donné une dilatation égale à 164. Ce physicien met l'étain au premier rang des métaux dilatables, et il place le fer au dernier rang : cela semblerait indiquer que la dilatabilité des métaux suit la raison de la fusibilité. La propriété conductrice du calorique y est aussi très-prononcée. Après le mercure, l'étain est la substance métallique la plus fusible ; il vient immédiatement avant le bismuth et le plomb par sa fusibilité. Le citoyen Guyton l'exprime par le degré 168 de la graduation de Reaumur. Quand

il est fondu, il ne se réduit en vapeur qu'à une très-haute température ; il a même été regardé comme un des métaux les plus fixes, et c'est pour cela que les alchimistes le croyaient très-rapproché de l'argent. Si on le laisse refroidir lentement, et si lorsque sa surface est figée, on la perce et l'on en décante avec précaution la partie encore liquide, le fond présente des cristaux en rhombes assez gros, formés par l'assemblage d'un grand nombre de petites aiguilles réunies longitudinalement. C'est un de mes élèves, le citoyen Hapel-Lachenaye, occupé en ce moment à la Guadeloupe, où il est établi depuis plusieurs années, à des recherches précieuses pour les productions coloniales, qui le premier a fait cristalliser ainsi de l'étain dans mon laboratoire en 1782.

10. L'étain est très-bon conducteur de l'électricité ; aussi l'emploie-t-on souvent pour garnir les conducteurs, les bouteilles de Leyde : il en est de même de l'électricité animale ou galvanique, qu'il excite fortement par son contact avec les nerfs et sa communication avec un autre métal. Il a une odeur très-remarquable, dont il imprègne les mains et les corps qu'on en frotte. Il jouit aussi d'une saveur très-sensible, et il n'est pas douteux qu'il ne puisse avoir des propriétés médicamenteuses très-prononcées, comme je le ferai voir par l'expérience, à la fin de cet article.

C. *Histoire naturelle.*

11. L'étain n'est pas très-abondant au sein de la terre, au moins en Europe. On connaît très-peu les mines d'étain de l'Asie et de l'Afrique. Il y en a quelques-unes en Sibérie : elles sont et plus fréquentes et plus riches en Cornouailles, en Bohême et en Saxe. Les plus habiles minéralogistes n'ont distingué encore que trois espèces de mines d'étain : ce sont l'étain natif, les oxides de ce métal et son oxide sulfuré.

12. L'étain natif a été un objet de doute et de discussion en

minéralogie. On a dit d'abord en avoir trouvé en Saxe, en Bohême et à Malaca : quelques naturalistes en avaient nié l'existence ; mais M. Woulf, chimiste anglais, a terminé cette dispute scientifique en trouvant en 1766 de l'étain natif à Cornouailles. Cet étain est gris et brillant dans sa fracture ; il s'aplatit et donne des lames brillantes et ductiles par le marteau. On le trouve ou en lames minces engagées dans une gangue de quartz, ou cristallisé régulièrement. M. Quest a confirmé par ses expériences la nature de ce minéral. On a cru en avoir trouvé en France, il y a quelques années, près de la commune d'Espieux, dans le département de la Manche. Le citoyen Schreiber, inspecteur des mines, envoyé sur les lieux par le conseil des mines, ayant examiné avec soin les échantillons et les lieux d'où ils provenaient, a décidé qu'ils n'y étaient qu'accidentels. Ces morceaux étaient gercés et recouverts d'oxide gris : on y voyait de l'étain métallique, ductile, adhérent à une substance blanche, lamelleuse, cristallisée, qui a été reconnue pour du muriate d'étain : ils n'étaient que déposés dans un lieu particulier, sans aucune autre trace de mines d'étain, cantonnés et isolés de manière à faire penser qu'ils n'avaient ni l'apparence ni les propriétés d'une production de la nature ; et tout annonce qu'ils provenaient d'un ancien travail en étain qui avait été enfoui dans la terre.

13. L'oxide d'étain natif est la mine la plus fréquente de ce métal et en même temps la plus variée. Quelques nombreuses que puissent être ces variétés, il faut les ranger toutes dans une seule et même espèce. On l'appelle en général cristal ou cristaux d'étain. La forme primitive de ces cristaux, suivant le citoyen Haüy, est celle d'un cube faisant la fonction de parallélipipède, dont les décroissemens sont différens sur deux faces opposées, de ce qu'ils sont sur les quatre autres faces ; celles-ci représentent alors les pans d'un prisme. Ces cristaux offrent souvent un angle rentrant, formé de quatre pans triangulaires, provenant de la jonction de deux portions

d'un même cristal, dont l'une est appliquée contre l'autre, dans une situation renversée. C'est ce que le citoyen Haüy nomme étain oxidé *hémitrope*, ou à demi-retourné. Il y a une autre variété de forme, qu'il appelle *oxide d'étain distique*, ou à deux rangs de facettes, ayant trente-six faces dont quatre sont verticales. Les couleurs grise, jaune claire, blanche, un peu jaunâtre, rouge, brune et noire, forment autant de variétés d'oxides d'étain natif que les minéralogistes ont distinguées et décrites quelquefois comme des espèces. On a souvent et pendant long-temps confondu le tunstate de chaux natif sous forme octaèdre avec l'oxide d'étain blanc; mais outre la forme octaédrique, qui n'est point celle de ce dernier, le tunstate prend, comme on l'a dit ailleurs, une couleur jaune citrine, par l'action des acides nitrique et muriatique : ce que ne fait point l'oxide d'étain. La pesanteur spécifique de ces oxides d'étain va de 5.955 à 6.750. M. Kirvan distingue quatre variétés de cette espèce; savoir,

a. L'oxide blanc, nommé *mine d'étain blanche*, ou *spath d'étain;* demi-transparente, cristallisée, blanchâtre, tirant sur le gris, le verdâtre ou le jaunâtre, ne contenant pas d'arsenic comme on l'avait cru, trouvé déja la plus pure des mines d'étain par Margraff. Sa pesanteur est de 6.007.

b. L'oxide opaque brun ou noir, la plus commune de ces mines, souvent cristallisé, contenu dans du quartz, du mica, du fluate de chaux, jamais dans du carbonate calcaire, nommé en gros cristaux *zingraupen* par les Allemands, et en petits cristaux *zinzwitter;* contenant près de 0.80 d'étain, toujours uni à du fer, pesant 6.750. M. Klaproth a donné l'analyse de cette variété, venant d'Alterna en Cornouailles; il y a trouvé les proportions suivantes :

Etain.	77.50.
Oxigène.	21.50.
Silice.	0.75.
Fer.	0.25.

c. L'oxide d'étain rougeâtre ou d'un jaune rougeâtre, nommé *mine d'étain en grenat* par les naturalistes; il est en petits cristaux quelquefois demi-transparens, ou en forme sphérique striée comme l'hématite ou la zéolite; il pèse 5.000 à 5.800. Il contient plus d'oxide de fer que de celui d'étain.

d. L'oxide d'étain sableux, *pierre d'étain*, *zingstein* des Allemands, et *tinberg* des Suédois. C'est de l'oxide d'étain de toutes les couleurs précédentes, disséminé dans une terre quartzeuse ou sablonneuse plus ou moins tendre.

14. L'oxide d'étain sulfuré, ou *l'étain minéralisé par le soufre* des minéralogistes, a été découvert, et décrit pour la première fois par Bergman, parmi des minéraux de Sibérie. Il en a trouvé de deux variétés: l'une, de la couleur du zinc, d'un tissu fibreux, contenant 0.20 de soufre et 0.80 d'étain; l'autre, enveloppant la première comme une incrustation jaune, fort semblable à ce que les chimistes avaient nommé *or mussif*, contenant 0.40 de soufre, un peu de cuivre et le reste en étain. Depuis cette découverte, M. Klaproth a examiné de l'étain sulfuré venant de la paroisse de Sainte-Agnès, dans le Cornouailles, en Angleterre. Sa pesanteur spécifique est de 4.350; sa couleur nuancée de gris pâle et de gris foncé, est analogue à celle de l'argent dans ses parties les plus pures. Sa cassure est grenue et métallique. Il y a trouvé les proportions suivantes:

Soufre.	0.25.
Etain.	0.34.
Cuivre.	0.36.
Fer.	0.02.

Le cuivre paraît ici plus abondant que l'étain; mais sa quantité, qui varie, est souvent au-dessous de celle de l'étain.

D. *Essais et métallurgie.*

15. On faisait autrefois l'essai des mines d'étain par le seul

grillage et la réduction à l'aide de flux réductifs. Le grillage, que plusieurs docimastiques croyaient nécessaire à la volatilisation de l'arsenic, ne l'est que pour atténuer et diviser ses mines ordinairement dures et très-denses. On le faisait dans une capsule couverte, afin d'éviter qu'il ne se dissipât de l'étain. Quelques-uns conseillaient d'y mêler un peu de poix-résine à la fin pour empêcher l'étain de se trop oxider. On fondait la mine grillée très-promptement avec trois fois son poids de flux noir et un peu de muriate de soude décrépité. Les poids comparés de la mine avant le grillage et après, ainsi que du culot métallique que l'on obtient et de la scorie qui le recouvre, donnaient la quantité de métal qu'on pouvait en attendre.

16. Cramer, un des plus célèbres auteurs de docimasie, avait donné un autre procédé plus expéditif et sujet à moins de déchet pour l'essai des mines d'étain. Il choisissait deux gros charbons de tilleul ou de coudrier, bien égaux et sans trous ni fentes. Il pratiquait dans l'un une cavité, destinée à servir de creuset, et dans laquelle il mettait simplement la mine d'étain pulvérisée, mêlée d'un peu de poix-résine. Il perçait l'autre d'un petit trou destiné à donner issue aux vapeurs huileuses; il l'appliquait sur le premier, auquel il servait de couvercle, et il les liait ensemble avec du fil de fer après avoir luté les jointures. On plaçait cet appareil en le soutenant par d'autres charbons qui l'entouraient vis-à-vis la tuyère du soufflet d'une forge, et on allumait promptement; après quelques minutes d'un bon coup de feu, on éteignait les charbons d'essai en les plongeant dans l'eau, et on trouvait l'étain en culot dans le creuset.

17. On a proposé encore un autre moyen de faire le même essai. Après avoir pilé et lavé la mine, ainsi séparée des portions quartzeuses, souvent plus abondantes et beaucoup plus légères que les parties d'oxide d'étain, on conseille de fondre rapidement celles-ci dans un creuset brasqué et bien recouvert

après les avoir mêlées avec le double de leur poids d'un flux composé de parties égales de poix-résine et de borax calciné. Bergman a conseillé, dans ses leçons de Scheffer, de mêler une partie de mine lavée avec deux parties de tartre, une de flux noir et une demi-partie de poix-résine, de séparer ce mélange en trois parties égales, de les projeter l'une après l'autre dans un creuset chauffé à blanc, qu'on doit couvrir après que chacune a cessé de brûler. L'opération, faite de cette manière, ne dure, suivant lui, que 7 et même 5 à 6 minutes. M. Klaproth ayant remarqué que les alcalis font perdre ou dissolvent une partie de l'oxide, a réussi par un procédé plus simple. Il consiste à placer la mine en poudre dans un creuset de charbon renfermé dans un creuset d'argile brasqué qu'il expose au feu de forge pendant une demi-heure.

18. Quant à la docimasie humide des mines d'étain, voici ce qui est indiqué par Bergman. L'étain natif est très-facile à examiner; l'acide nitrique, en l'oxidant promptement, le réduit en poudre blanche; et s'il contient du fer et du cuivre, ces deux métaux restent en dissolution: 100 parties d'étain donnent 140 parties d'oxide blanc lavé et séché par cet acide. La mine en oxide natif, mêlé de quartz, est très-dure, n'est attaquée par aucun acide particulier, à cause du grand état d'oxidation de l'étain et de son mélange avec la silice. Bergman est cependant parvenu à l'analyser par le procédé suivant: il a versé sur la mine porphyrisée de l'acide sulfurique concentré, et il a fait digérer à grand feu pendant plusieurs heures; ayant ajouté ensuite, après l'avoir laissé refroidir, un peu d'acide muriatique en agitant le mélange, il se produisit alors une forte chaleur et une vive effervescence dues à une portion d'acide muriatique privée de son eau et réduite en gaz par l'acide sulfurique; les forces de ces deux acides réunies ont opéré la dissolution dont l'un et l'autre séparé n'avait point été capable; une heure après cette addition d'acide muriatique, Bergman a versé de l'eau sur le mélange, il l'a laissé déposer et a décanté la liqueur surna-

geante qui tenait de l'oxide d'étain en dissolution. La même opération, répétée jusqu'à ce que les acides ne puissent plus rien enlever à la mine, lui a donné d'une part tout l'oxide dissous, et de l'autre toute la partie quartzeuse insoluble. Il a précipité l'oxide par le carbonate de soude, et trouvé que 131 parties de ce précipité répondaient à 100 parties d'étain métallique. Si cet oxide contenait de ceux de fer et de cuivre, en le chauffant quelque temps à l'air et en le traitant successivement par l'acide nitrique et l'acide muriatique, le premier dissoudrait le fer, et le second le cuivre sans toucher à l'oxide d'étain. Ce dernier procédé a été proposé par M. Kirwan; et il doit remplir en effet le but qu'il se propose d'atteindre pour une connaissance plus exacte des mines d'étain.

19. M. Klaproth, dans son Analyse des mines d'étain, ayant observé qu'il ne pouvait pas dissoudre par le procédé de Bergman tout l'oxide de ce métal, et ayant pensé que cela pouvait être dû à sa grande oxidation, eut recours à la substance devenue entre ses mains, depuis plusieurs années, un si bon et si puissant moyen d'analyse. Il a fondu une partie de mine d'étain avec six parties de potasse caustique dans un creuset d'argent, en tenant le mélange rouge pendant une demi-heure. Il a délayé la matière dans l'eau, qui en a opéré la dissolution sans prendre de couleur; il y a versé de l'acide muriatique, qui y a formé un précipité blanc qu'il a redissous par un excès de cet acide; il a ensuite précipité de nouveau cet oxide d'étain par le carbonate de soude. Après l'avoir fait redissoudre une seconde fois par l'acide muriatique, il l'a séparé en étain par des lames de zinc. Ce procédé réussit en effet beaucoup mieux que celui de Bergman, parce qu'il est fondé sur la grande dissolubilité de l'oxide d'étain dans les alcalis fixes.

20. Le travail en grand, des mines d'étain, ressemble assez aux essais par la voie sèche qui viennent d'être décrits. On assure que dans l'exploitation de ces mines, on est souvent

obligé d'allumer des feux souterrains pour attendrir la gangue, et que ces feux développent des vapeurs très-dangereuses. On parle dans tous les livres de l'arsenic qui s'en dégage quand on les grille, et il est difficile d'accorder ces assertions avec les analyses exactes qui ne montrent point d'arsenic dans les oxides natifs, à moins qu'on ne les applique aux mélanges des minéraux divers qui accompagnent ces oxides natifs, et qui contiennent, à ce qu'il paraît, beaucoup de substance arsenicale. Quelquefois les mines d'étain se trouvent peu profondément sous du sable, comme on le voit à Eibenstock. Cette mine est assez précieuse pour être lavée sur des tables garnies de drap destiné à retenir les parties métalliques. On la grille dans des fourneaux de réverbère, et l'on recueille, disent plusieurs auteurs de métallurgie, l'arsenic en oxide qui s'en volatilise, dans des cheminées horizontales ; il est évident que cette opération n'est relative qu'aux mélanges arsenicaux dont j'ai parlé. On fond ensuite la mine ainsi grillée dans des fourneaux à manche, et on coule l'étain qui en provient dans des lingottières où il prend la forme de saumons sous laquelle il est livré au commerce.

Les grands travaux sur les mines d'étain sont pratiqués en Angleterre, en Allemagne et dans les Indes. Le plus pur de tous les étains du commerce est celui qui vient de Banca et de Malaca. Celui-ci, par lequel on désigne dans tous les livres l'étain le meilleur, sous les dénominations corrompues d'étain de *Mélac* ou de *Malac*, est en effet le plus pur de tous : il n'est altéré par aucune substance métallique étrangère ; il est sous la forme d'une pyramide quadrangulaire, courte et tronquée, portant à sa base un rebord mince et saillant souvent replié, du poids d'environ une livre. Celui de Banca, qui est également très-pur, est en lingots de quarante-cinq à cinquante livres. Tous deux sont gris à leur extérieur, et recouverts d'une espèce de rouille provenant sans doute de l'air humide et salé de la mer, et des vapeurs dont ils ont été envi-

ronnés dans les vaisseaux qui les ont apportés. L'étain d'Angleterre, plus employé que celui de l'Inde, est en gros saumons d'environ trois cents livres. Il est allié de cuivre, soit naturellement, soit artificiellemet; car les lois anglaises ordonnent de n'en pas laisser sortir du pays sans cet alliage. Aussi une espèce d'étain en larmes ou en stalactites, venant d'Angleterre, s'est-il trouvé contenir du cuivre, d'après les expériences de Bayen et de Charlard. Celui d'Allemagne ou de Saxe est également impur; mais il n'est pas vrai qu'il soit chargé d'arsenic, comme Margraff l'avait dit. On verra bientôt que la quantité qu'il en admettait ne pourrait pas, à beaucoup près, y exister sans en changer toutes les propriétés, et sans le rendre incapable de servir aux usages auxquels il est destiné. Pour la facilité du débit, les potiers d'étain le coulent en petits lingots ou en baguettes de cinq décimètres de longueur environ, et de quatre à six centimètres d'épaisseur.

E. *Oxidabilité par l'air.*

21. L'étain ne s'oxide que très-difficilement à l'air froid, quoiqu'il y perde très-promptement son éclat et sa belle couleur blanche. Quand on le coupe, il est brillant et aussi beau que l'argent; mais en quelques heures cette belle couleur s'altère, devient terne, et en quelques jours elle est en quelque sorte blafarde. Une longue exposition à l'air va toujours augmentant cette altération, quoiqu'elle n'ait lieu qu'à la surface; en sorte qu'à la fin l'étain devient d'un gris sâle, sans aucun brillant, et se recouvre d'une très-légère couche d'oxide gris. Aussi est-on obligé de nettoyer, de frotter souvent les vases d'étain, de renouveler souvent leur surface pour les entretenir brillans. Jamais cette faible oxidation ne pénètre assez profondément pour qu'on puisse dire, comme on le dit d'autres métaux, qu'il se ronge à l'air.

22. Quand on fond de l'étain avec le contact de l'air, à

peine ce métal est-il liquide qu'il se recouvre d'une pellicule terne et grise, qui se ride et se détache de la portion d'étain fondue qu'elle surnage. En détachant cette pellicule, il s'en forme une autre, et l'on peut convertir ainsi tout l'étain fondu en pellicules. Dans cette oxidation, l'étain devient cassant, d'apparence terreuse; et cet oxide formé à sa surface ne peut plus ni adhérer ni se combiner avec la portion métallique. Dans l'art de fondre et de purifier les vases d'étain, on nommait *crasse* cette matière oxidée qui se forme à la surface du métal en fusion; et il est bien évident qu'il dépendait du fondeur de convertir tout l'étain en crasse : aussi ne perdait-il pas cette prétendue impureté, et il savait bien la faire reparaître sous forme métallique, en la chauffant avec du suif ou de la résine. Cette croûte est donc un véritable oxide d'étain gris : le métal y contient huit ou dix pour cent d'oxigène; il est très-facile à réduire. En continuant à le chauffer avec le contact de l'air, et sur-tout en l'agitant, il se divise, s'atténue, se change en une poussière qui blanchit peu à peu, augmente de poids, s'oxide davantage, et devient ce qu'on appelle dans les arts *potée d'étain*. Ce dernier oxide contient, suivant les expériences comparées de J. Rey, de Van-Helmont, de Boyle, de Wallerius, entre dix-sept et vingt parties d'oxigène pour cent de métal. Lavoisier, en faisant cette expérience dans une cornue de verre fermée hermétiquement, a obtenu un oxide noirâtre en flocons légers, et a prouvé que son augmentation de poids était exactement proportionnelle à la perte qu'avait faite l'air contenu dans l'appareil.

23. L'oxidation que je viens de décrire n'est que la première et la plus faible combustion de l'étain; il est susceptible d'en éprouver une beaucoup plus forte, quand on élève beaucoup sa température, quand on la pousse, après sa fusion, jusqu'à le faire rougir et le réduire en vapeur : alors il présente une véritable inflammation. Si on le chauffe ainsi en petit sur un charbon et au feu du chalumeau, et si au moment

où il commence à rougir on le jette hors de son creuset, de manière à ce qu'il tombe sur le sol du lieu où l'on opère, l'étain se disperse en globules lumineux et vraiment enflammés, qui se meuvent et s'agitent quelque temps sur les carreaux, en lançant des étincelles ardentes qui font un spectacle très-agréable. On obtient le même effet, suivant une observation déja ancienne de Geoffroy, lorsqu'on le chauffe fortement dans un creuset. Quand ce vaisseau est bien rouge, le métal déja recouvert d'une couche d'oxide se soulève et sautille en jets, qui offrent dans l'air une flamme vive et blanche, analogue à celle du zinc. On voit aussi succéder à ces jets de flamme une fumée d'oxide blanc qui se condense sur les corps froids en aiguilles cristallines brillantes et transparentes.

24. L'exposition de l'étain à une forte chaleur, plus ou moins long-temps continuée avec le contact de l'air, et les phénomènes remarquables qui accompagnent alors son oxidation, ont été le sujet d'expériences importantes faites par Margraff, Macquer, les citoyens Darcet et Baumé. Ces quatre chimistes s'accordent à dire que l'oxide d'étain formé dans ce cas est en partie cristallisé en prismes aiguillés fins, du plus beau blanc; que cet oxide s'élève et se groupe en herborisations ou en buissons, imitant une végétation, un choux-fleur; que sous cette matière blanche comme la neige, se trouvent un autre oxide rougeâtre, et un verre de couleur d'hyacinthe ou violet, ou rouge de rubis ou de grenat, qui recouvre immédiatement la portion de métal inaltérée, qui n'a point eu le contact de l'air et n'a point absorbé d'oxigène. Quelquefois il y a eu dans les expériences un verre jaune pur, ou des enduits vitrifiés verts; mais il est vraisemblable que cela tenait à du fer, à du cuivre ou à quelque autre matière métallique étrangère.

25. Ces couleurs grise, blanche, violette ou rougeâtre obscure, que prennent les oxides d'étain en passant du

minimum d'oxidation à son *maximum*, et en se vitrifiant plus ou moins fortement, quoique moins riches et moins nuancées que celles de tant d'autres substances métalliques, font voir néanmoins que les proportions diverses d'oxigène font varier l'état de ses combinaisons, et semblent expliquer, par le plus ou le moins d'oxidation, les diverses modifications des oxides natifs de ce métal, depuis le blanc et le gris jusqu'au violet et au brun ou ronge foncé. Elles expliquent aussi la diversité qu'on rencontre dans les *potées d'étain*, dans lesquelles on trouve des nuances de gris, de blanc, de fauve et de rougeâtre, qui paraissent tenir à différentes proportions d'oxigène, quoiqu'elles soient dues aussi quelquefois au mélange de quelques autres oxides métalliques, et sur-tout au plomb, au cuivre ou au fer.

26. En démontrant, par les expériences que je viens de citer, la tendance qu'a l'oxide d'étain pour se vitrifier à une très-haute température, les chimistes n'ont pas donné par leur récit les moyens de déterminer la proportion exacte d'oxigène que cet oxide contient à différens degrés d'oxidation. Tout ce qu'on peut conclure, en général, de ce qu'ils ont dit à cet égard, c'est que jamais la proportion de ce principe, qui se fixe dans l'étain, ne va au delà de dix-huit parties sur cent de métal : en sorte qu'il ne forme pas tout à fait le sixième du poids de l'oxide le plus complet. Ils ont encore fait voir que cet oxide d'étain, aussi fortement brûlé que dans le dernier état cité, était devenu presque irréductible, ou qu'on ne pouvait presque plus lui rendre la forme métallique : ce qui prouve une grande adhérence entre l'étain et l'oxigène, adhérence que beaucoup de faits vont prouver encore en examinant les autres propriétés de ce métal.

F. *Union avec les combustibles.*

27. Il n'y a pas de combinaison connue entre l'azote,

l'hidrogène, le carbone et l'étain. Margraff a seulement observé qu'en mêlant du charbon en poudre avec de l'étain en limaille, à parties égales, ce mélange, introduit et chauffé très-fortement dans une cornue de terre, n'avait point donné de sublimé ou de fleurs, petite portion d'oxide d'étain qu'il avait obtenue dans des expériences où il avait chauffé ainsi le métal seul, et qu'il n'avait pas non plus éprouvé de fusion, mais s'était seulement changé en une poussière grossière et noirâtre : en lavant ensuite le mélange, il a trouvé l'étain en grenaille très-fine. Ainsi, dans cet essai, la fusion de l'étain en une seule masse avait été arrêtée et empêchée par la présence du charbon; et comme il n'y avait eu aucun sublimé arsenical, on doit être étonné que Margraff n'ait point été détourné, par ce résultat, d'admettre ce métal vénéneux dans l'étain, sur-tout à la proportion où il l'a admis.

28. Le phosphore se combine facilement et fortement à l'étain, comme il résulte du beau travail de Pelletier sur cette combinaison. En jetant du phosphore sur de l'étain fondu dans un creuset, ces deux corps s'unissent, et il en résulte un phosphure d'étain qui contient 0.15 à 0.20 de phosphore. Ce composé est d'une couleur blanche d'argent; il se laisse entamer au couteau; il cristallise en refroidissant; il a un tissu lamelleux; il se laisse d'abord aplatir sous le marteau, mais il se sépare bientôt en lames : en le limant, il donne une limaille semblable à celle du plomb; jetée sur les charbons allumés, cette limaille brûle en répandant l'odeur et la flamme du phosphore : au chalumeau, le phosphore brûle de même, et le petit culot qui reste est recouvert d'un verre transparent. Margraff, qui avait obtenu ce phosphure d'étain, sans s'en douter, par un procédé dont je parlerai plus bas, l'avait indiqué comme feuillé et brillant, fragile, semblable au zinc, et donnant une flamme de phosphore sur les charbons ardens. Pelletier a distillé ce phosphure d'étain avec le muriate suroxigéné de mercure; il a eu pour produit

du muriate fumant d'étain, du mercure réduit, et du gaz hidrogène phosphoré, qui s'est enflammé avec détonation en sortant de la cornue. Il a resté dans ce vaisseau une matière boursouflée, brûlant sur les charbons, à la manière du phosphore, et qu'il a regardée comme une combinaison d'étain et de phosphore.

29. Le soufre s'unit facilement à l'étain, et forme avec lui un composé qui n'existe que très-peu abondamment, à ce qu'il paraît, dans la nature. On combine l'étain avec le soufre, en jetant ce dernier sur le métal fondu dans un creuset : on remarque que la fusion de l'étain est arrêtée. Il résulte de cette union, qui absorbe seize à vingt parties de soufre par cent parties d'étain, une matière brillante, d'un gris métallique, souvent bleuâtre, d'une cassure lamelleuse et rayonnée, cristallisant en cubes, qui passe à l'octaèdre, qui est attaquable par les acides avec effervescence, et qu'on ne trouve que très-rarement parmi les mines d'étain, quoique l'art parvienne aisément à la former.

30. Si l'on chauffe modérément et graduellement, dans une cornue ou dans un creuset, parties égales d'oxide d'étain et de soufre, et si l'étain est suffisamment oxidé, il se dégage du gaz acide sulfureux, du soufre, et il reste dans le vaisseau un composé brillant de couleur d'or non volatil, cristallisable en lames hexaèdres, non attaquable par les acides, donnant à un grand feu de l'acide sulfureux, du soufre et une masse noire de sulfure d'étain. Ce composé, qui a été décrit par Kunckel, que les alchimistes ont découvert, et qui a même donné à beaucoup d'entre eux des espérances chimériques, a porté le nom d'or musif ou mussif, *aurum musivum*, *musicum*, *mosaicum*. C'est de l'oxide d'étain sulfuré ou hidrosulfuré, dont la nature, la préparation et les propriétés ont été si bien décrites par Pelletier en 1792, qu'il n'y a presque rien à ajouter à son travail complet sur ce composé. Ce n'est pas cependant par ce procédé immédiat de chauffer de l'oxide

d'étain et du soufre qu'on prépare cet oxide hidrosulfuré : on verra par la suite la liste nombreuse des moyens très-variés qu'on peut employer pour le former. Il suffit d'énoncer ici en général que toutes les fois que de l'oxide d'étain se trouve en contact avec du soufre très-divisé, ou avec des hidrosulfures à un certain degré de température, il forme ce composé doré, sur lequel je reviendrai.

31. L'étain ne s'unit point facilement au gaz hidrogène sulfuré ; cependant lorsqu'il est plongé dans ce gaz ou dans l'eau qui le tient en dissolution, il change promptement de couleur ; il en prend une jaune dorée, et il paraît décomposer les hidrosulfures. Cette action est bien plus forte de la part des oxides d'étain : ceux-ci jaunissent d'abord, noircissent ensuite quand on les dessèche à l'air, et prennent le brillant métallique et doré de l'or musif lorsqu'on les chauffe doucement. Les hidrosulfures, l'eau hidrosulfurée perdent promptement leur odeur par la suite de cette altération. Il est bien évident qu'il se forme ici de l'oxide d'étain hidrosulfuré.

32. L'étain est susceptible de se combiner avec beaucoup de substances métalliques, et forme des alliages plus ou moins remarquables, moins cependant avec la plupart des métaux déja traités, qu'avec ceux qui nous restent à traiter après lui. L'arsenic ne peut s'unir que difficilement par la fusion dans des creusets avec l'étain, à cause de sa volatilité. Margraff a fait voir qu'on peut cependant faire cet alliage au moyen de l'acide arsenieux auquel une partie de l'étain enlève son oxigène : c'est d'après cela qu'il a répandu l'alarme sur les usages économiques de l'étain. Le citoyen Baumé, en chauffant avec de l'étain de l'arseniate acidule de potasse, *sel neutre arsenical de Macquer*, que ce métal décompose, suivant lui, dit avoir obtenu un culot brillant, aigre et à facettes, comme l'antimoine. Bayen a beaucoup mieux vu et décrit cette combinaison. Il a prouvé d'abord que l'acide arsenieux ne se combinait point avec l'étain ; ses expériences ont fait

voir que les craintes nées des essais erronés de Margraff n'étaient que des chimères. En traitant à la cornue quinze parties d'étain ou limaille et une partie d'arsenic métallique en poudre, jusqu'à faire rougir ce mélange, il se sublime à peine un soixante-douzième de l'arsenic en acide arsenieux : ce métal volatil est fixé par sa combinaison avec l'étain. On trouve au fond de la cornue un culot métallique pesant la somme totale des deux métaux employés, cristallisé en grandes lames ou facettes, comme le bismuth, plus fragile que le zinc, plus difficile à fondre que l'étain, qui, ramolli d'abord par le feu et pressé avec une baguette de fer, produit un bruit par le frottement de ses lames, et dont l'arsenic ne se sépare qu'en le chauffant long-temps à l'air. L'examen qu'il a fait de cet alliage à un seizième d'arsenic, dont il a singulièrement varié les proportions en y ajoutant de l'étain ; les moyens qu'il a donnés pour reconnaître la présence de l'arsenic dans l'étain, sur-tout par l'acide muriatique qui dissout ce dernier, et laisse le premier en poudre noire ; l'analyse comparée qu'il a présentée de tous les étains ouvrés ou bruts dont on se sert en France, ont entièrement rassuré et le gouvernement français et tous les hommes de bonne foi, contre les prétendus dangers de l'étain dans les usages de la vie. Il résulte en général de son travail par rapport à l'étain arseniqué, 1°. que la quantité d'arsenic que Margraff croyait avoir trouvée dans l'étain de Morlaix, et qui allait presque à un neuvième de son poids, serait beaucoup plus que suffisante pour ôter à ce métal la mollesse et la flexibilité qu'on lui connaît, et pour le rendre au moins aussi fragile que le zinc ; 2°. que les étains de Banca et de Malaca ne contiennent pas un atome de ce dangereux métal ; 3°. que l'étain d'Angleterre, en gros saumons, donne, par l'action de l'acide muriatique, une petite quantité de poudre noirâtre, souvent mêlée de cuivre et d'arsenic, dans laquelle ce dernier ne va jamais au delà d'un 700e, et se trouve souvent au dessous ; 4°. que le mélange,

fait par les potiers d'étain anglais avec ceux de Malaca ou de Banca, diminue encore cette faible proportion; 5°. que l'arsenic uni à l'étain, sur-tout quand celui-ci contient une aussi petite quantité du premier que celle qu'il n'y a trouvée que quelquefois, perd la plus grande partie de son action corrosive et vénéneuse; 6°. enfin, que la très-petite quantité d'étain si faiblement arseniqué, qui peut entrer dans les alimens par l'usage journalier de la vaisselle faite avec ce métal, ne peut influer sur l'économie animale; puisque, d'après le calcul fait sur ce qu'un plat avait perdu pendant un service continuel de deux ans, on n'en prendrait tout au plus que trois grains par mois et conséquemment un 5.760e. de grain d'arsenic par jour, en supposant que l'étain ouvré de Paris contient autant de métal vénéneux que l'assiette de Londres, mise en expérience par Bayen, en contenait: ce qu'il avait déja reconnu être faux avant d'établir ce calcul si simple et si rassurant.

33. On ne connaît pas encore la possibilité ou les propriétés des alliages de l'étain avec le tungstène, le molybdène, le chrome, le titane, l'urane et le manganèse. On a seulement ou indiqué ou examiné ceux qu'il est susceptible de former avec le cobalt, le nickel, le bismuth, l'antimoine, le mercure et le zinc. L'étain et le cobalt donnent, par la fusion, un métal à petits grains serrés et d'une couleur légèrement violette. Cronstedt a trouvé que le nickel allié à l'étain formait une masse métallique blanche, brillante, aigre, dure, dont le caractère spécifique consistait sur-tout dans l'espèce de végétation ou de boursouflement qu'elle lui a présentée quand on l'a chauffée sous la mouffle.

34. L'étain allié au bismuth donne, suivant Gellert, un alliage cassant, dur et à facettes carrées. Les potiers d'étain allient très-souvent ce métal avec le bismuth pour lui donner de la blancheur et de la dureté. Depuis long-temps on avait fait un rapprochement de ces deux métaux, puisque le dernier avait été nommé *étain de glace*. Le bismuth communi-

quant une grande roideur à l'étain, et étant d'ailleurs plus cher que lui, les potiers ne peuvent pas l'employer à plus d'un centième et demi ou de deux centièmes. On reconnaît très-aisément cet alliage, et on en fait un départ aussi facile qu'exact à l'aide de l'acide muriatique qui dissout l'étain, et laisse le bismuth sous la forme d'une poudre noire, si cet acide est assez affaibli.

35. Gellert, qui a fait l'histoire d'un grand nombre d'alliages dans sa Chimie métallurgique, annonce que l'étain uni à l'antimoine forme un métal blanc, très-aigre, dont la pesanteur spécifique est moindre que celle de ces deux substances métalliques prises séparément. L'antimoine durcit assez fortement l'étain ; il en change le tissu et la forme. On emploie cette combinaison dans plusieurs arts, et notamment pour les planches à graver la musique.

36. Le mercure s'unit facilement à l'étain et dans toutes sortes de proportions ; on peut même dire qu'il le dissout complétement, puisque l'étain perd sa solidité, et disparaît entièrement dans une grande quantité de mercure. Quoique cette union puisse s'opérer à froid, on la favorise beaucoup par la chaleur. Pour cela, on verse le mercure chauffé dans l'étain en fusion. L'amalgame qui en résulte diffère, par sa solidité, suivant les doses relatives des deux métaux employés. On fabriquait autrefois une amalgame d'étain solide qu'on coulait en boules avec quatre parties d'étain et une de mercure. Ces boules étaient suspendues dans l'eau avec l'intention de la purifier ; mais comme on la faisait bouillir, c'était vraiment à l'ébullition qu'était due cette purification, puisqu'elle pouvait seule séparer, par la précipitation, les sels peu solubles que contient ordinairement l'eau impure et crûe. L'amalgame d'étain est susceptible de donner des cristaux cubiques, que Daubenton a le premier observés et décrits sur les couvercles des bocaux de verre de la Collection du Muséum d'histoire naturelle, parce qu'on était autrefois dans l'usage de luter

ces bocaux avec une amalgame d'étain solide. Le citoyen Sage, qui a fait des recherches suivies sur les amalgames, annonce que celle d'étain donne des cristaux gris, brillans, en lames feuilletées, amincies vers leurs bords, et laissant entre elles des cavités polygones.

37. Le zinc s'allie très-bien à l'étain par la fusion ; il en résulte un métal dur, à petits grains serrés, dont la ductilité correspond à la quantité de l'étain qu'il contient. On a remarqué depuis long-temps que le zinc produisait sur l'étain à peu près le même effet que le bismuth, et les potiers d'étain savent qu'ils pourraient le substituer à ce dernier ; cependant il durcit sensiblement moins que le bismuth, et il en faut une plus grande proportion. En revanche, s'il augmente peu sa dureté, il diminue peu sa ductilité et la lui conserve plutôt ; aussi se sert-on de cet alliage pour plusieurs arts. On sait d'ailleurs que quelques chimistes ont trouvé plusieurs analogies entre le zinc et l'étain ; mais on doit, en rectifiant les bases de cette comparaison, faire observer qu'il y a un bien plus grand nombre de différences qu'il n'y a de ressemblance entre ces deux métaux.

G. *Action sur l'eau et sur les oxides.*

38. L'étain n'agit point seul sur l'eau à froid au moins d'une manière sensible, quoique je l'aie déja montré comme une des matières métalliques qui a le plus d'attraction pour l'oxigène. A la vérité, des expériences assez exactes n'ont peut-être pas encore été assez multipliées pour nier entièrement cette action, puisque d'ailleurs il y a un assez grand nombre de circonstances chimiques où, par l'addition d'un troisième corps, l'étain opère véritablement la décomposition de l'eau, en absorbe l'oxigène et en dégage l'hidrogène. Son oxide n'est point dissoluble et ne contracte point d'union avec l'eau.

39. Ce métal est un de ceux qui agissent de la manière la plus

marquée et la plus prompte sur la plupart des oxides, auxquels il enlève l'oxigène. En le chauffant après l'avoir mêlé en limaille avec ces oxides, il les fait repasser à l'état métallique ou voisin de la métalléité, et prend lui-même le caractère d'un oxide. Quelquefois même, comme cela lui arrive avec l'oxide de mercure, il brûle et s'enflamme avec activité, en absorbant l'oxigène plus solide qu'il ne l'était dans ce métal. C'est par cette forte attraction pour l'oxigène que l'étain a la propriété de précipiter un grand nombre de métaux de leur dissolution dans les acides. C'est par elle que le sulfure d'étain, chauffé avec l'oxide rouge de mercure, donne du mercure coulant et peu d'or mussif; tandis qu'on obtient beaucoup de ce dernier, en chauffant ce même sulfure d'étain avec parties égales de cinnabre, qui fournit du soufre en même temps que de l'oxigène à l'étain.

40. Souvent l'étain en enlevant l'oxigène à d'autres oxides métalliques, ne le leur prend pas tout entier, ne fait que partager avec eux celui qu'ils contiennent; de sorte qu'il résulte alors de leur action réciproque une espèce d'oxide moyen et mixte, qui change cependant les propriétés, soit de l'étain, soit du premier oxide auquel il a été appliqué. Il en est de même des oxides d'étain les moins oxidés; souvent pour se saturer d'oxigène, ils n'en absorbent qu'une partie des oxides étrangers avec lesquels on les met en contact: et il résulte de cette action, en quelque sorte moyenne ou tempérée, un équilibre commun d'oxidation qui donne naissance à beaucoup de phénomènes particuliers, tels spécialement que des précipitations mutuelles ou réciproques de plusieurs dissolutions métalliques par celle de l'étain, qui ont lieu en général parce que ce dernier, surchargé d'oxigène, ne peut plus rester uni aux acides; tandis que les autres, dépouillés par lui de la proportion de ce principe qui les rendait dissolubles, cessent de l'être par cette espèce de défaut. C'est là ce qui a lieu dans la formation du *précipité d'or pourpre*, dont je parlerai à l'histoire de ce der-

nier métal. Il n'y a que le manganèse et le zinc qui enlèvent l'oxigène à l'étain ; aussi emploie-t-on le zinc pour précipiter l'étain en métal de ses dissolutions par les acides.

H. *Action sur les acides.*

41. En général l'étain décompose avec plus ou moins de facilité les acides ou l'eau qui les accompagne, et tend plutôt à se séparer ensuite en oxide qu'à rester uni en sels permanens aux acides eux-mêmes. On dirait qu'il prend dans cette forte oxidation le caractère acide ; et plusieurs auteurs modernes ont adopté cette acidifiation de l'étain, quoiqu'ils n'en aient point encore fourni des preuves bien concluantes. C'est en raison de cette forte action des acides sur l'étain, et du peu d'attraction que son oxide ainsi formé porte pour les acides, que l'histoire des dissolutions de ce métal présente tant d'incertitudes, de variations, et même de contradictions dans les auteurs depuis Kunckel, qui a le premier décrit, avec un grand détail, ce genre de compositions chimiques, et Monnet qui les a beaucoup étudiées avant l'établissement de la doctrine pneumatique. La confirmation de cette dernière a fait disparaître la plupart de ces difficultés, et rendu très-claire et très-facile à expliquer la théorie de l'action réciproque des acides et de l'étain.

42. Kunckel, copié à cet égard par Juncker et Wallerius, assurait que quatre parties d'acide sulfurique concentré, unies à une partie d'eau, pouvaient dissoudre une partie d'étain pur en limaille. Il exposait ce mélange dans une cucurbite de verre sur un bain de sable qu'il chauffait doucement et de manière à ne pas faire bouillir l'acide. Suivant lui, il se dégageait des vapeurs sulfureuses. La forme métallique de l'étain disparaissait et il se dissolvait peu à peu ; la liqueur devenait blanche et épaisse ; évaporée entièrement, il restait une masse tenace qui adhérait aux vases. En ajoutant de l'eau à cette masse refroidie,

et en chauffant de nouveau, elle se dissolvait. On pouvait faire la même dissolution transparente d'un jaune brun, en jetant dans l'acide sulfurique un peu, mais non trop affaibli, l'étain par parties et en attendant que chacune d'elles fût dissoute. Wallerius annonçait de plus que les cristaux d'oxide d'étain natif, *ziun grau peu* des Allemands, pouvaient être dissous dans l'acide sulfurique; qu'en ajoutant de l'eau chaude, en filtrant et en évaporant on en obtenait des cristaux transparens de *vitriol jovial* ou de sulfate d'étain qu'il n'a pas décrits, non plus qu'aucun des auteurs qui en ont parlé depuis. Macquer et le citoyen Baumé ont ajouté à cette première description qu'il se séparait du soufre dans cette opération, qu'il nageait en gouttelettes à la surface de la liqueur chaude; que c'était lui qui donnait la couleur brunâtre à la dissolution. Le citoyen Monnet en a obtenu par le refroidissement des cristaux en aiguilles, qu'il a comparés à ceux du sulfate de chaux; il a de plus observé qu'elle déposait à la longue un oxide d'étain qui n'était plus dissoluble, et qu'on le séparait aussi très-réfractaire et très-difficile à réduire par la seule action de la chaleur. On reconnaît en effet, par l'expérience, que l'étain décompose facilement l'acide sulfurique un peu concentré et à l'aide du feu; qu'il en dégage beaucoup de gaz acide sulfureux; qu'en s'oxidant fortement il est susceptible ensuite d'en être séparé ou précipité par l'eau; qu'étendu et un peu affaibli, cet acide agit également sur l'étain, et même à froid; que dans ce cas de moindre oxidation sa dissolution est un peu plus permanente, et ne se trouble pas par l'eau; mais que par la concentration à l'aide du feu, son oxide s'en précipite; qu'on ne peut point obtenir de véritable sulfate d'étain cristallisé et permanent; qu'il se dépose du soufre pendant cette action; que quelquefois cette dissolution prend la forme épaisse et l'apparence d'une gelée blanche et opaque, et qu'ainsi il n'y a pas de véritable union solide entre l'oxide d'étain et l'acide sulfurique. Cependant cette dissolution, quand elle est faite à

froid, qu'elle n'est pas concentrée, ni surchargée d'étain, qu'elle ne se trouble pas par l'eau, précipite par les alcalis et les terres un oxide blanc très-réfractaire, et d'une très-difficile réduction. Les hidrosulfures et les sulfures alcalins la précipitent en brun noirâtre en perdant leur odeur; et ce précipité, chauffé légèrement dans un appareil fermé, donne de l'or mussif, ou de l'oxide d'étain hidrosulfuré.

43. L'action de l'acide sulfureux sur l'étain n'a été indiquée jusqu'ici par aucun chimiste. Dans le travail sur les sulfites métalliques qui m'est commun avec le citoyen Vauquelin, cette combinaison a présenté quelques faits remarquables; je ne les décrirai ici que sommairement, parce qu'ils ressemblent à ceux qu'offre le fer, et qui, bien plus intéressans encore, seront traités avec beaucoup plus de développement à son article. Dès que l'étain est mis en contact avec l'acide sulfureux liquide, il prend une couleur jaunâtre analogue à celle de l'or mussif. Quelques jours après, il devient noir comme du charbon, et il se dépose dans la liqueur une poudre noire. Alors l'action cesse entre ces deux corps. La poudre blanchie donne du gaz acide sulfureux par l'acide sulfurique, et du gaz hidrogène sulfuré par l'acide muriatique; celui-ci sépare du soufre de cette poudre en dissolvant l'étain. Au chalumeau, cette même poudre se fond en une masse noire, après avoir exhalé de l'acide sulfureux, et répand sur les bords de la cuiller une poussière jaune de soufre. La portion d'étain noirci au fond de l'acide sulfureux, frottée entre les doigts, donne une forte odeur de gaz hidrogène sulfuré; au chalumeau, elle exhale de l'acide sulfureux, et laisse du soufre sur les bords du support. La liqueur surnageant la poudre blanche et noire, ayant une forte odeur d'acide sulfureux qu'elle perd à l'air, dépose, par l'addition de l'acide sulfurique concentré du soufre presque pur.

Il est prouvé par ces faits que l'étain décompose une partie de l'acide sulfureux qui lui fournit de l'oxigène, et qu'il

s'unit une fois oxidé à une autre partie de cet acide; qu'une portion du soufre se dépose avec le sulfite d'étain blanc peu dissoluble ; qu'une autre reste en dissolution dans la liqueur avec un peu de sulfite d'étain, qui, comme on voit, est un sulfite sulfuré ; enfin qu'une troisième partie du soufre se combine à une portion de l'étain métallique, et forme un sulfure noir sur lequel l'acide sulfureux n'a point d'action : ce qui arrête ou limite la dissolution, comme on l'a observé.

44. L'acide nitrique est attaqué avec une violente énergie par l'étain. Ce métal est changé en un oxide du plus beau blanc, qui donne à la liqueur la forme de lait caillé ou de fromage. Il y a long-temps que les chimistes connaissent cette vive action, et qu'ils la présentent, avec raison, comme une sorte d'inflammation. Mais cherchant toujours à obtenir des dissolutions dans les acides, sans voir au-delà de cette suspension ce qui pouvait arriver au métal, ils ont long-temps été occupés à rendre permanente celle de l'étain dans l'acide nitrique. Le citoyen Baumé a conclu de ses expériences que cela était impossible. Wasserberg prétendait néanmoins y être parvenu en mettant peu d'étain dans l'acide nitrique très-pur, étendu d'eau ; il avertit cependant que cette dissolution, qu'il dit avoir gardée long-temps sans qu'elle se soit troublée, ne lui a point fourni de cristaux; et que par une douce évaporation tout l'oxide d'étain s'est précipité, en laissant la liqueur pure et acide.

Ce fait avait depuis long-temps été vu par Rouelle l'aîné. Il est certain qu'en mettant un petit fragment d'étain solide dans une grande quantité d'acide nitrique faible, on en opère la dissolution complète, et que l'acide retient long-temps son oxide, qui se sépare constamment, soit par addition d'une grande quantité d'eau, soit quand on évapore la liqueur, soit quand on ajoute du nouvel étain comme pour en saturer l'acide : mais ce n'est pas là ce que cherchent à obtenir les chimistes modernes ; ils ont eu d'autres vues en examinant

avec plus de soin cette action réciproque de l'étain et de l'acide nitrique, dans laquelle il se passe des phénomènes importans.

Bien persuadés, par tous les faits connus, que l'étain est fortement oxidé par cet acide, qu'il décompose avec une violente rapidité, et qu'il ne peut pas rester combiné en nitrate avec cet acide, dont il tend sans cesse à se séparer, ils ont porté leur attention sur l'oxide d'étain qui provient de cette action. Convaincus avec Macquer qu'il est devenu presque irréductible, ayant trouvé depuis la mort de ce célèbre chimiste la cause de ce phénomène dans la solidité que prend l'oxigène et dans la forte adhérence qu'il contracte avec l'étain à mesure qu'il est enlevé à l'acide nitrique par ce métal, quelques-uns ont pensé de plus que cet oxide prenait les caractères d'un acide, et que c'était pour cela qu'il ne pouvait pas rester uni à l'acide nitrique. Ils se sont fondés encore sur la dissolubilité de cet oxide dans les alcalis; et c'est ainsi que le citoyen Guyton conçoit que M. Klaproth a réussi à traiter et à analyser les oxides d'étain natifs par la potasse: il regarde cette dissolution de mine d'étain dans l'eau par l'alcali, comme un staunate ou un stannite de potasse: mais malgré la vraisemblance et l'accord de cette opinion avec les bases de la doctrine française, il manque encore des preuves directes pour l'adopter, et on ne peut pas comparer les propriétés acquises par l'oxide d'étain avec celles des acides arsenique, tunstique, molybdique et chromique.

Le citoyen Guyton a fait une précieuse découverte sur la force avec laquelle l'étain absorbe l'oxigène dans sa dissolution nitrique. Une partie d'acide nitrique pur et une partie et demie d'étain, traitées à la cornue, ne lui ont fourni aucun gaz, quoiqu'il y eût une action très-marquée entre les deux corps. Ayant examiné avec soin le résidu de cette opération, il a trouvé de l'ammoniaque faisant à peu près le vingtième du poids total de l'acide et de l'étain employés. Cette ammoniaque n'a pu être formée que par l'azote de l'acide uni à l'hidrogène de l'eau:

donc l'étain très-avide d'oxigène avait non-seulement décomposé l'acide nitrique, mais encore l'eau ; et il ne s'était dégagé aucun gaz à cause de cette union de l'hidrogène avec l'azote.

45. L'oxide d'étain préparé, ou fait par l'acide nitrique, traité à la dose de trois parties avec deux parties de soufre, dans une cornue de verre, a fourni à Pelletier de l'acide sulfureux et de l'*or mussif*, tandis que l'oxide d'étain moins oxidé, tel que le gris ou la *potée*, traité avec le soufre, ne lui a donné que du sulfure d'étain, à cause du peu d'oxigène qu'il contient dans cet état de faible oxidation. Trois parties de sulfure d'étain, traitées au feu et jusqu'à siccité par l'acide nitrique (traitement dont la nécessité pour opérer l'oxidation prouve que le soufre uni à l'étain modère beaucoup sa propriété d'agir, comme décomposant, sur cet acide), puis chauffées dans une cornue avec deux parties de soufre, ont également donné à cet habile chimiste de l'*or mussif*, ou oxide d'étain sulfuré de couleur dorée. Le même sulfure d'étain mêlé de deux parties de soufre sur trois, et distillé avec l'acide sulfurique concentré, lui a donné de l'acide sulfureux pour produit et de l'oxide d'étain hidrosulfuré et doré pour résidu. Ainsi Pelletier s'est servi de la propriété oxidante des acides sulfurique et nitrique sur l'étain pour favoriser l'union de cet oxide avec le soufre, et préparer ce composé brillant et auriforme, connu depuis long-temps sous le nom d'*or mussif*.

46. L'acide muriatique concentré et fumant agit bien sur l'étain, et c'est de tous les acides celui qui le dissout le mieux. Cette dissolution s'opère même à froid ou à l'aide d'une douce chaleur ; l'acide perd sur-le-champ sa propriété de fumer et la couleur jaune qu'il a si souvent, et l'on verra bientôt que cette décoloration par l'étain, comme par d'autres corps avides d'oxigène, fournit une nouvelle preuve que la couleur de cet acide dépend d'un peu d'acide muriatique oxigéné. L'effervescence légère qui a lieu pendant cette décomposition est due à la décomposition de l'eau, et au dégagement d'un

gaz hidrogène fétide dont la nature n'est pas encore connue, et dont l'examen sera peut-être quelque jour la source de découvertes heureuses sur la composition de l'acide muriatique. Je soupçonne que le gaz odorant et fétide qui se dégage dans cette opération est du gaz hidrogène tenant de l'étain en dissolution aériforme. L'acide muriatique peut prendre ainsi plus de la moitié de son poids d'étain. La dissolution est jaunâtre ; il ne s'y forme point de dépôt ni de précipité comme dans celles par l'acide sulfurique et par l'acide nitrique. Evaporée, elle fournit des prismes aiguillés, brillans et réguliers, un peu déliquescens, qui, après avoir attiré l'humidité de l'air, s'y dessèchent. Le citoyen Baumé, qui a fait cette combinaison très en grand pour les teinturiers, a observé qu'il restait environ un soixante-sixième du poids de l'étain d'une poudre grise indissoluble, qu'il n'a point examinée. Il a comparé l'odeur fétide qu'exhale cette dissolution à celle des terres noires sortant des vieilles latrines, et il a remarqué qu'elle adhère aux mains pendant plus de vingt-quatre heures. Suivant lui, ce sel cristallise diversement, suivant l'état de l'acide, ou en aiguilles blanches, ou en cristaux rosés analogues à ceux du sulfate de soude, ou en petites écailles d'un blanc de perle. Le citoyen Monnet assure que cette dissolution distillée passe en vapeur et donne une liqueur fumante. Macquer a vu une dissolution muriatique d'étain cristalliser en hiver, se fondre en été, et déposer à la longue un oxide blanc. Les alcalis précipitent du muriate d'étain un oxide blanc très-abondant qu'ils redissolvent lorsqu'on les ajoute en excès ; la dissolution alcaline est d'un jaune brun. Le sulfure d'ammoniaque précipite ce sel en poussière lie-de-vin, qui devient noire en séchant, et qui, par la distillation, donne de l'ammoniaque et de l'or mussif. Le sulfure de potasse y forme un précipité jaune, qui, par la distillation, fournit de l'acide sulfureux et du soufre, en passant dans sa partie fixe en oxide d'étain hidrosulfuré ou

en or mussif. Son oxide précipité par la soude, distillé avec son poids de soufre, donne du gaz acide sulfureux, du soufre, et laisse un résidu d'or mussif. Ces trois derniers résultats sont dus à Pelletier, qui s'en est servi pour confirmer son opinion sur l'état très-oxidé de l'étain dans cet hidrosulfure doré.

47. Le même chimiste a publié, en mars 1792, des recherches et une suite de découvertes bien plus importantes sur la dissolution muriatique d'étain. Il y a été conduit par l'importance de cette préparation pour la teinture, et par la diversité des effets qu'on en obtient, suivant celle de la méthode que l'on suit pour l'obtenir; c'était pour remédier aux incertitudes qui en provenaient qu'il a examiné l'état et les causes des variétés de cette dissolution. Son travail a répandu le plus grand jour sur cet objet, et contribué aux progrès de la doctrine pneumatique. Il a fait d'abord une dissolution d'étain avec ce métal laminé, et coupé en petits morceaux sur lesquels il a versé dans un matras quatre fois leur poids d'acide muriatique concentré bien pur; en plaçant ce vase sur un bain de sable chauffé par degrés, il a obtenu une dissolution complète. C'est avec cette dissolution qu'il a fait un grand nombre d'expériences qui prouvent toutes qu'elle est susceptible d'absorber avec activité l'oxigène à une foule de corps, et de passer au nouvel état de muriate suroxigéné d'étain, jouissant de propriétés nouvelles, et, entre autres, d'une qualité bien supérieure pour la plupart des opérations de teinture. Voici le précis de ses découvertes sur ce point.

A. La dissolution muriatique d'étain absorbe avec chaleur le gaz acide muriatique oxigéné, qui perd son odeur, et la fait changer de nature.

B. Elle fait une violente effervescence avec l'acide nitrique, en dégage beaucoup de gaz nitreux, et est souvent lancée hors du vaisseau par cette addition.

C. Elle devient rougeâtre par l'acide sulfureux, et dépose de l'oxide d'étain sulfuré jaune d'une magnifique couleur.

D. Elle noircit et change en métal l'acide arsenique, bleuit et fait repasser à l'état métallique les acides molybdique et tunstique, le tunstate de chaux et celui d'ammoniaque, en enlevant l'oxigène à ces trois acides.

E. L'oxide rouge de mercure, le muriate suroxigéné de mercure, jetés dans cette dissolution, lui cèdent aussi leur oxigène, et repassent à l'état métallique.

F. Il en est de même de l'oxide blanc d'antimoine, de celui de zinc, de celui d'argent.

G. Elle décompose la dissolution d'or, en précipite le pourpre de *Cassius*, en enlevant l'oxigène qui rendait ce métal dissoluble, ce qu'elle ne fait pas lorsqu'elle est saturée d'oxigène.

H. Enfin elle absorbe immédiatement le gaz oxigène, et passe au même état que si elle avait été mêlée avec l'acide muriatique oxigéné; ce qui a engagé Pelletier à la regarder comme très-propre à fournir aux chimistes un moyen de plus pour déterminer la quantité de gaz oxigène contenu dans un fluide aériforme.

I. Il a proposé de faire la composition pour la teinture, en chargeant la dissolution d'étain de gaz acide muriatique oxigéné; il a observé que cette dissolution absorbe ce gaz presque jusqu'à la moitié du poids de l'étain qu'elle a dissous. Il faut ensuite la chauffer sur un bain de sable pour en séparer la portion d'acide muriatique libre qu'elle contient après cette absorption.

48. Les résultats de ces expériences intéressantes se sont trouvés d'accord avec d'autres recherches également curieuses et concordantes avec la doctrine pneumatique que le citoyen Adet avait faites quatre ans auparavant sur une espèce de muriate d'étain fumant, nommé *liqueur de Libavius*, du nom de son premier auteur. Quoique ce singulier produit soit le résultat de la décomposition du muriate suroxigéné de mercure par l'étain, il a trop de rapport avec ce qui vient d'être exposé pour ne pas en présenter ici la préparation et

les propriétés comparées aux deux dissolutions muriatiques que je viens de faire connaître. On a déja tant eu d'occasions de reconnaître la forte attraction de l'étain avec l'oxigène, qu'il ne sera pas nécessaire d'expliquer la théorie de cette décomposition. En triturant parties égales d'une amalgame faite avec deux parties d'étain et une de mercure, destinée à diviser le premier de ces métaux, et de muriate de mercure corrosif; en distillant ce mélange dans une cornue de verre à une très-douce chaleur, il passe d'abord une liqueur sans couleur, et il s'élance ensuite, avec une sorte d'explosion et en un seul jet, une vapeur blanche épaisse qui enduit le récipient d'une couche très-mince. Cette vapeur se condense en une liqueur transparente qui exhale à l'air une fumée blanche, lourde, très-abondante : c'est la *liqueur fumante de Libavius*, ou le muriate suroxigéné et fumant d'étain. Renfermée dans un flacon, cette liqueur ne répand pas de vapeur visible; elle dépose cependant, au haut du vase qui la contient, des cristaux aiguillés qui bouchent souvent son ouverture étroite; il se précipite aussi une portion de ces cristaux au fond du liquide. A l'air, elle fume beaucoup, et répand une odeur âcre qui excite la toux; c'est à l'eau atmosphérique, qui opère une précipitation d'oxide d'étain, qu'est due cette vapeur. L'eau ne précipite pas cependant ce muriate d'étain fumant liquide; quand on le verse dans l'eau, il y produit un bruit semblable à celui qu'occasionne l'acide sulfurique concentré; il se sépare tout à coup en plusieurs bulles transparentes qui s'échappent du mélange, et viennent crever à la surface de l'eau en un gaz qui blanchit par le contact de l'air. En agitant l'eau, on les dissipe plus promptement, et la liqueur ne fume plus. Macquer dit qu'étendue de beaucoup d'eau, la liqueur fumante précipite un oxide d'étain en petits flocons blancs. Le résidu de la distillation de ce muriate suroxigéné et fumant d'étain, présente aussi plusieurs phénomènes intéressans qui ont été bien décrits par Rouelle le cadet. La voûte et le col de la

cornue sont enduits d'une couche blanche et grise, contenant un peu de muriate fumant, plus un autre muriate d'étain concret, qu'on nommait autrefois *étain corné*, du muriate mercuriel doux et du mercure coulant. Le fond du même vaisseau contient une amalgame de mercure et d'étain, recouverte de muriate d'étain solide, d'un gris blanc, qui peut être volatilisé par une chaleur plus forte que celle qui est nécessaire pour obtenir le muriate fumant. En traitant de nouveau à la cornue le muriate d'étain solide, il se fond et se sépare en deux couches : l'une noire, placée au bas, et l'autre blanche, analogue au premier muriate d'étain sublimé en étain corné. On voit, par ces détails que, dans l'opération de la liqueur fumante de Libavius, l'étain enlève l'oxigène au mercure, et se partage en plusieurs oxides plus ou moins chargés de ce principe, qui forment des combinaisons diverses avec l'acide muriatique.

49. Le citoyen Adet a soumis la liqueur fumante de Libavius à plusieurs expériences qui lui ont fait connaître exactement sa nature. Les principales sont les suivantes.

A. En unissant ce liquide à l'eau, il s'en dégage, par une véritable effervescence, des bulles de gaz azote dont il n'est pas facile de déterminer l'origine, que l'auteur lui-même n'a pas cherché à connaître.

B. Combinée avec l'eau, à la proportion d'un tiers environ du poids de ce liquide, ou dans le rapport de 7 à 22, la liqueur fumante forme un corps solide, fusible au feu, congelable par le froid, et semblable à ce que les chimistes nommaient autrefois *beurre d'étain*.

C. Ce muriate fumant d'étain, étendu d'eau, dissout de l'étain sans effervescence, sans mouvement, sans production ni dégagement de gaz hidrogène, et fournit un sel en tout semblable à celui que donne la dissolution immédiate de l'étain dans l'acide muriatique.

Le chimiste cité conclut de ces expériences que la liqueur

fumante est un composé d'acide muriatique disposé à prendre l'état aériforme, et d'oxide d'étain suroxigéné ; qu'il est à la dissolution muriatique d'étain ordinaire ce qu'est le muriate de mercure corrosif au mercure doux, et que c'est un muriate suroxigéné d'étain. Pelletier, d'après ses expériences, conclut de son côté que la dissolution muriatique d'étain, chargée de gaz acide muriatique oxigéné qu'elle décompose en lui enlevant son oxigène, et privée de l'acide muriatique en excès qu'elle contient alors à l'aide de la chaleur, est entièrement semblable à la liqueur fumante étendue d'eau ; et l'on voit qu'il est parvenu au même résultat que le citoyen Adet par des expériences faites absolument d'une manière inverse. Il annonce que la dissolution suroxigénée et muriatique d'étain, préparée par son procédé, cristallise par l'évaporation, et se sublime en entier comme le muriate d'étain fumant mêlé avec l'eau. Une observation dernière confirmera encore l'ensemble de cette théorie sur les deux muriates d'étain dont je viens d'exposer les différences et les propriétés. Il est si vrai que la dissolution muriatique d'étain doit sa propriété de précipiter l'or en pourpre à sa tendance pour lui enlever l'oxigène, que, laissée à l'air quelque temps après sa préparation, elle perd cette propriété en raison de l'oxigène atmosphérique qu'elle a absorbé : d'où il suit que les vues dans lesquelles on doit préparer cette dissolution sont véritablement l'inverse l'une de l'autre, quand on la destine à servir à la précipitation et à l'avivage des couleurs, ou à précipiter l'or de sa dissolution en oxide pourpre, comme je le ferai voir encore à l'article de ce dernier métal.

5o. L'étain jeté en limaille dans le gaz acide muriatique oxigène s'enflamme et s'oxide fortement. Cet acide liquide l'oxide et le dissout sans mouvement et sans effervescence. On peut, suivant les proportions réciproques de ces deux corps, faire du muriate d'étain ou du muriate suroxigéné d'étain ; le premier précipitant l'or en pourpre et absorbant

eudiométriquement l'oxigène atmosphérique, le second n'offrant ni l'une ni l'autre de ces propriétés. On confirme ainsi par un seul fait toute la théorie que j'ai développée ci-dessus.

51. L'acide nitro-muriatique, sur-tout celui qui est fait avec une partie d'acide nitrique et deux ou trois parties d'acide muriatique, dissout facilement l'étain. Cet acide mixte a même presque toujours été regardé comme son véritable dissolvant. Il s'excite une vive chaleur qu'on diminue en plongeant le vase dans de l'eau froide. On ne met le métal que par parties pour avoir une dissolution permanente, et l'on attend qu'une soit dissoute pour en ajouter une autre. L'acide nitro-muriatique peut dissoudre ainsi la moitié de son poids d'étain. Il est aisé de concevoir, d'après ce qui a été dit ci-dessus, que cette dissolution doit varier suivant la proportion des deux acides mêlés, et qu'elle peut être plus ou moins oxigénée suivant la quantité d'acide nitrique que l'on mêle. De là vient la différence d'effets que présente si souvent cette dissolution dans les arts où on l'emploie, d'après le procédé par lequel on l'a préparée. Elle est presque toujours colorée; elle forme souvent une matière tremblante et gélatineuse par le refroidissement; elle prend alors une solidité plus forte avec le temps; quelquefois elle est transparente, quelquefois blanche et demi-laiteuse comme une opale; elle n'a point la fétidité de la dissolution muriatique simple; elle ne présente cette concrétion gélatineuse que quand elle est chargée d'oxide d'étain. Il lui arrive cependant assez souvent de ne prendre cette forme visqueuse et demi-concrète qu'en y ajoutant moitié de son poids d'eau: alors elle est toujours un peu opaque: ce qui dépend, comme l'a dit Macquer, de la précipitation d'une partie de son oxide. Chauffée un peu fortement, cette dissolution présente encore une effervescence qui annonce une nouvelle action réciproque de ses principes, et une plus forte oxidation de l'étain. C'est sur-

tout après ce phénomène qu'elle se prend en gelée transparente. Il est évident qu'alors le muriate d'étain est suroxigéné.

52. L'acide phosphorique n'a presque point d'action sur l'étain sous la forme liquide et à froid. Les phosphates dissolubles, versés dans du muriate d'étain, donnent un précipité de phosphate d'étain. L'acide phosphorique vitreux, chauffé avec la moitié de son poids d'étain, est décomposé; il se forme d'une part du phosphate d'étain vitrifié, et d'une autre part du phosphure d'étain semblable à celui qui est fait immédiatement par l'addition du phosphore à l'étain fondu. Pelletier, qui a fait connaître cette combinaison, en conclut que l'étain a plus d'attraction pour l'oxigène que n'en a le phosphore. Mais il y a ici un équilibre de combinaison d'un côté entre une portion d'étain oxidé et l'acide phosphorique vitreux, de l'autre entre une portion du phosphore séparé de l'acide phosphorique et l'étain métallique, équilibre qui s'établit à l'époque où chacun de ces composés est formé; et il n'est pas permis de douter que cette double combinaison ne soit la cause de la décomposition limitée de l'acide phosphorique.

53. On n'a presque point examiné l'action de l'acide fluorique sur l'étain; on l'a même crue si faible qu'on a proposé des cornues d'étain pour distiller cet acide. C'est ainsi que le citoyen Puymaurin, de Toulouse, dans son mémoire sur l'art d'employer cet acide à graver sur le verre, annonce qu'il s'est servi de vaisseaux de ce métal pour traiter le fluate de chaux par l'acide sulfurique. Cet acide s'unit par une double attraction à l'oxide d'étain, lorsqu'on verse une dissolution d'un fluate soluble dans celle de ce métal par l'acide muriatique. L'acide boracique ne s'y combine que par le même procédé, et forme un borate indissoluble. L'acide carbonique n'a point d'effet sensible sur l'étain, ni sous la forme fluide élastique, ni sous celle de liquide; il s'unit cependant avec son oxide, lorsqu'on précipite le

muriate d'étain par un carbonate alcalin ; et quand on redissont ensuite ce carbonate d'étain blanc dans un acide, il présente une effervescence. On a cru que ce sel existait dans la nature, mais aucun fait positif ne l'a encore prouvé.

54. Les acides métalliques sont tous susceptibles d'être décomposés par l'étain, qui a plus d'attraction, sur-tout à l'aide de la chaleur, que ces métaux n'en ont pour l'oxigène. Mais ces acides s'unissent avec l'oxide d'étain et forment avec lui des sels pulvérulens peu ou point dissolubles, dont on n'a point encore examiné les propriétés. On peut soupçonner que ces sels existent dans la nature, quoiqu'on ne les ait point encore trouvés parmi les fossiles.

I. *Action sur les bases et sur les sels.*

55. L'étain se comporte à peu près comme le zinc par les alcalis caustiques ; il est cependant un peu moins altérable par ces bases que ne l'est le dernier métal, et ne donne pas comme lui de gaz hidrogène, parce que, quoique très-oxidable, il l'est beaucoup moins que le zinc. Mais si l'étain est peu altérable dans son état métallique par les alcalis, il s'y combine beaucoup plus aisément dans son état d'oxide. J'ai déja parlé de cette combinaison à l'article des essais et à celui des dissolutions par les acides. L'union de l'oxide d'étain avec les alcalis fixes se fait par la voie sèche, comme par la voie humide ; elle a lieu aussi avec l'ammoniaque liquide à l'aide de la chaleur. Il faut observer qu'on ne l'opère bien que quand l'oxide d'étain est bien divisé, comme au moment où on le précipite ; mais que lorsqu'il est dense et lorsqu'il offre une forte aggrégation entre ses molécules, ainsi que cela se rencontre dans le plus grand nombre des mines d'étain, il faut employer la voie sèche pour l'unir avec les alcalis fixes purs.

56. L'oxide d'étain se combine avec les terres par la fusion, et il se vitrifie avec elles à l'aide d'un alcali fixe, de manière

cependant à former une composition opaque, qu'on nomme émail. La blancheur qu'a cet oxide bien pur et l'opacité qu'il communique en même temps au verre, le font employer comme base de l'émail; les chimistes ont pensé, à l'égard de cette composition, que l'oxide d'étain, n'éprouvant pas une véritable vitrification, se répandait uniformément entre les molécules du verre, en troublait la transparence et restait disséminé comme l'amidon dans l'empois.

57. La plupart des sels sont plus ou moins décomposables par l'étain en raison de sa forte attraction pour l'oxigène. Tous les sulfates chauffés avec ce métal sont plus ou moins promptement et facilement convertis en sulfures. En chauffant dans un creuset partie égale de sulfate de potasse et de ce métal, j'ai obtenu une masse fondue verdâtre, qui ne contenait plus rien de métallique, et qui était un véritable sulfure de potasse stannifère. Le même phénomène a lieu, comme on l'a vu, avec l'antimoine et le zinc, et annonce dans ces trois matières métalliques une forte tendance pour s'unir à l'oxigène et pour décomposer l'acide sulfurique. Glauber avait fait dans le siècle dernier cette observation sur le sulfate ammoniacal.

58. Les nitrates brûlent tous avec plus ou moins de force et de promptitude l'étain, à l'aide de la chaleur. On a coutume pour opérer cette combustion de faire fondre et rougir obscurément l'étain dans un creuset et de jeter dessus du nitre ou nitrate de potasse bien sec. Il s'élève au-dessus du creuset une flamme blanche et brillante. Quand la détonation est finie, quand il n'y a plus de flamme lors de la projection du nitre, l'étain est entièrement oxidé. On fait encore mieux cette oxidation en mêlant l'étain en limaille fine avec trois parties de nitre, et en projetant ce mélange dans un creuset rouge. Il reste après cette opération un oxide d'étain très-blanc, qui est en partie uni avec la potasse. En lessivant ce résidu l'eau enlève de l'alcali fixe combiné avec un peu d'oxide

qu'on peut en précipiter par un acide. On trouve aussi dans cette lessive un peu de nitrate d'ammoniaque formé par la décomposition simultanée de l'acide nitrique et de l'eau, et semblable au sel que Bayen a retiré du lavage de l'oxide d'étain fourni par l'acide nitrique. Geoffroy a observé que l'oxide gris d'étain détone avec le nitre : ce qui prouve que cet oxide n'est pas saturé d'oxigène, et qu'il est encore avide d'en absorber. C'est à cause de cela que cet oxide décompose le nitre dans une cornue et en dégage de l'acide nitreux, comme l'a vu Pelletier ; et qu'après cette décomposition l'oxide qui en résulte est susceptible de donner de l'or mussif avec le soufre, à cause de sa forte oxidation, tandis que cet oxide gris n'en fournit pas. On ne décompose point le nitrate de potasse par l'oxide blanc d'étain, qu'on nommait autrefois fleur d'étain, et qui est le produit de la complète oxidation ou de la déflagration de ce métal.

59. Quelques chimistes ont avancé que l'étain décomposait le muriate de soude ; mais ils n'ont point cité d'expériences exactes à l'appui de cette assertion. Au reste, il décompose très-bien le muriate ammoniacal en raison de la volatilité de sa base réunie à la forte action de l'acide muriatique sur ce métal. Bucquet a fait avec soin cette expérience. En distillant le muriate d'ammoniaque avec moitié de son poids d'étain en limaille dans une cornue de verre, il a obtenu beaucoup de gaz hidrogène, mêlé de gaz ammoniacal. Cette décomposition n'est jamais complète, parce que l'étain se fond et se rassemble en culot dans la cornue. Le résidu de cette opération est un muriate d'étain solide, décomposable par l'eau, et semblable à celui que donne la distillation du muriate de mercure corrosif et d'étain dont j'ai parlé plus haut.

60. C'est en décomposant le muriate d'ammoniaque par l'étain, et en ajoutant du soufre à cette décomposition, que l'on prépare l'oxide d'étain sulfuré doré ou l'or mussif. Depuis

Kunckel, qui a décrit le premier avec clarté, cette singulière opération et son plus singulier produit, on a suivi assez constamment son procédé, qui consiste à chauffer dans une cornue un mélange, à parties égales, d'étain, de mercure amalgamé à l'étain, de muriate d'ammoniaque et de soufre. Bullion a trouvé qu'on pouvait diminuer un peu la proportion du soufre, et encore plus celle du sel ammoniac. Pelletier, qui a répété le procédé de Bullion, a obtenu en effet un or mussif très-beau, en chauffant huit parties d'étain unies à huit parties de mercure, avec six parties de soufre et quatre parties de muriate d'ammoniaque. Cet habile chimiste a observé que dans cette opération il se dégageait du gaz hidrogène sulfuré, du sulfure d'ammoniaque, du muriate d'étain; que l'étain oxidé et uni au soufre constituait l'or mussif; qu'une portion de cette combinaison, formée par les matières en vapeur, se déposait en cristaux lamelleux hexangulaires à la voûte et dans le col de la cornue; que l'or mussif n'était point volatil par lui-même; qu'à un grand feu il se décomposait, donnait de l'acide sulfureux et repassait à l'état de sulfure d'étain; que l'on pouvait fabriquer ce produit en chauffant le sulfure d'étain avec parties égales de soufre et de sel ammoniac; qu'on l'obtenait encore avec parties égales de sulfure d'étain et de muriate suroxigéné de mercure chauffé; que ce composé contenait 0.60 d'oxide d'étain et 0.40 de soufre, tandis que dans le sulfure d'étain il n'y avait que 0.20 de soufre uni à 0.80 d'étain métallique; que chauffé avec du charbon l'oxide d'étain sulfuré se décomposait, donnait du gaz acide carbonique avec du gaz hidrogène sulfuré, et qu'il se réduisait à l'état de sulfure d'étain, en perdant ainsi du soufre et de l'oxigène; que cet or mussif n'était point changé et n'était qu'avivé dans sa couleur par l'acide muriatique, tandis que le sulfure d'étain était vivement attaqué par cet acide; enfin que, pour préparer ce composé brillant, on pouvait substituer avec avantage aux cornues qu'on avait

employées jusqu'à lui, un creuset rempli au tiers de sa hauteur du mélange dans les proportions indiquées par Bullion: à un pouce au dessus du mélange, il plaçait un couvercle de terre échancré, qui entrait dans le creuset; il recouvrait ce vase d'un second couvercle luté; il mettait ce creuset dans un autre plus grand, plein de sable; il faisait chauffer cet appareil dans un fourneau, pendant huit à dix heures, en lui donnant la température nécessaire à la sublimation du muriate d'ammoniaque. Le creuset cassé offrait une partie de ce sel sublimé, et, sous une matière noirâtre, l'or mussif très-beau et en masse, d'une belle couleur d'or. Il annonçait que la matière noire pouvait servir à d'autres opérations successives.

Ce procédé, comme le remarque Pelletier, est beaucoup plus facile, et sur-tout beaucoup moins coûteux que l'ancien. Quatre parties d'étain employées donnent cinq parties d'oxide sulfuré de couleur d'or, qui sert, soit aux ornemens ou décorations, soit à frotter les coussins des machines électriques. Ces résultats importans du beau travail de Pelletier, réunis à plusieurs de ceux que j'ai exposés dans quelques-uns des numéros précédens, rendent l'histoire de l'or mussif complète. J'y ajoute seulement que ce composé n'est pas un simple oxide d'étain sulfuré; mais qu'il contient de l'hidrogène, comme le prouvent toutes les expériences de ce chimiste: voilà pourquoi j'ai nommé plus haut l'or mussif *oxide d'étain hidrosulfuré.*

61. Les muriates suroxigénés alcalins, et sur-tout celui de potasse, le seul bien connu et employé jusqu'ici aux expériences, brûle, enflamme et oxide bien plus fortement l'étain que ne le font les nitrates. Trois parties de ce sel, mêlées à une partie d'étain en poussière fine, s'allument rapidement par le contact d'un corps combustible allumé. Il y a une flamme vive et subite dans cette combustion; l'étain est réduit en vapeur comme par l'étincelle électrique, quand on fait

l'expérience dans l'air. Faite dans des vaissaux fermés, elle fournit un moyen d'avoir de l'oxide d'étain très-pur, et de connaître exactement la quantité d'oxigène qu'il contient, après le lavage du résidu; lavage qui n'emporte que le muriate de potasse sans enlever aucune parcelle de l'oxide. Quand on frappe sur un tas d'acier le mélange de muriate suroxigéné de potasse et d'étain, il fulmine avec un grand bruit et une large auréole lumineuse dans l'obscurité.

62. L'étain décompose un grand nombre de sels et de dissolutions métalliques, soit en précipitant les métaux sous leur forme brillante et métallique quand il leur enlève tout l'oxigène qu'ils contiennent, soit en les séparant en état d'oxides moins oxigénés qu'ils n'étaient; et dans ce dernier cas, ou bien il se précipite avec eux en union de doubles oxides, ou bien il prend leur place dans les acides d'où il les a séparés. Il produit par l'un ou l'autre de ces trois effets des phénomènes très-remarquables dont les chimistes tirent souvent un grand parti dans leurs analyses, et dont les arts profitent pour donner naissance à plusieurs produits utiles.

K. *Usages.*

63. Les usages de l'étain sont extrêmement multipliés, et l'on peut dire qu'il n'y a pas de métaux qui soient aussi importans et aussi utiles à la société que celui-ci. On en fait des vases de toutes les espèces, des moules pour un grand nombre d'arts. Il sert de doublure à des caisses et à des vaisseaux employés dans une foule de circonstances. On en fabrique des tuyaux d'orgues; il est la base de l'alliage sur les plaques duquel on grave la musique. On orne et l'on couvre avec lui des décorations très-brillantes : on l'applique sur un grand nombre de machines de physique, et sur-tout sur celles qui servent aux expériences électriques.

64. Ses alliages ne sont pas moins nécessaires aux besoins des peuples. Son amalgame est employée pour donner le tain

aux glaces et pour faire les miroirs. Il entre dans la soudure. On l'applique sur le cuivre pour étamer sa surface. Allié intimement avec ce dernier métal, il sert à couler des statues, des cloches, des canons, des médailles; il entre dans la composition des procédés de polytypage et de stéréotypage. Les potiers d'étain l'unissent au bismuth, à l'antimoine, au plomb, au cuivre, pour lui donner de la consistance, de la dureté, et pour en former des ustensiles de toute espèce, employés à un grand nombre d'usages divers. Il entre en général dans beaucoup d'alliages blancs, plus ou moins ductiles ou cassans, durs ou moux, fusibles ou réfractaires, etc.

65. Ses oxides, sous le nom de potées, servent à polir beaucoup de corps durs différens : on les fond avec l'oxide de plomb, le sable et les alcalis fixes, pour fabriquer l'émail, les couvertes de la faïence, de la porcelaine, les verres opaques, les fausses pierres précieuses demi-transparentes. Le muriate d'étain sert à préparer la belle couleur pourpre nommée *précipité de Cassius*, dont je parlerai à l'article de l'or : le muriate suroxigéné d'étain est un des ingrédiens et des mordans les plus précieux de la teinture, sous le nom de *composition*. Il n'est pas moins utile dans les peintures des toiles. Son emploi a fait faire d'immenses progrès à ces arts intéressans, et qui sont aujourd'hui comme des gages de la prospérité et de la richesse des nations policées. C'est à lui qu'on doit les brillantes nuances de l'écarlate, du ponceau, de la couleur de feu. On poussera beaucoup plus loin encore quelque jour ses propriétés avantageuses.

66. L'usage de l'étain dans la cuisine, dans la pharmacie, et dans tous les besoins de la vie, a été faussement regardé comme dangereux, d'après les expériences erronées de Geoffroy et de Margraff. Il est bien prouvé, comme je l'ai fait voir, qu'il ne contient point l'arsenic que ces chimistes y admettaient, et sur la présence duquel ils se sont singulièrement trompés, ainsi qu'il résulte des recherches concluantes de Bayen. Il

n'est plus permis de conserver sur ce point les craintes illusoires, et d'écouter les déclamations mensongères qu'on a tant de fois répétées, depuis cinquante ans, sur ce métal. Schultz, dans sa Dissertation très-bien faite sur l'usage des vaisseaux de métal dans la préparation des alimens et des médicamens, avait déja vengé en quelque sorte l'étain des absurdes calomnies dont on l'avait chargé, et les expériences du chimiste français que j'ai cité ont ajouté aux raisonnemens et aux assertions de Schultz une force et une autorité que rien ne pourra plus affaiblir désormais.

Aussi, malgré l'anathême que quelques hommes trompés par leurs fausses tentatives avoient lancé contre ce métal, plusieurs médecins l'avaient proposé et employé même avec succès dans les maladies du foie, de la matrice et dans les affections vermineuses. La Poterie en avait préparé son antihectique, qui, pendant plusieurs années, a eu une assez grande vogue, et qui n'était qu'une lessive des oxides d'antimoine et d'étain formés par la détonation avec le nitrate de potasse, c'est-à-dire, une dissolution de potasse tenant une portion de ces oxides. Les gens de la campagne ont souvent coutume de laisser séjourner, pendant vingt-quatre heures, du vin sucré dans un vaisseau d'étain, et de donner un verre de cette liqueur à leurs enfans attaqués de vers. Navier a vu une fille de seize ans rendre trente vers strongles, par l'effet de ce remède. A Edimbourg et en Angleterre, on emploie, dans les maladies vermineuses, la poussière d'étain, faite en broyant dans un mortier ce métal fondu, en l'empêchant ainsi de se prendre en une seule masse, et en le passant ensuite par un tamis serré. Dans ce pays, l'étain est un remède très-commun dont on vante beaucoup les effets.

ARTICLE XVII.

Du plomb.

A. *Histoire.*

1. Il en est du plomb comme de l'étain ; c'est une des matières métalliques que les hommes ont le plutôt connues, et qui semblent dater des premiers temps de leur civilisation. L'époque même de son premier usage se perd dans la nuit des premiers âges, et les plus anciens auteurs en parlent comme d'un métal déja employé depuis un temps immémorial. La tradition, même chez les peuples les plus reculés, n'apprenait rien, à ce qu'il paraît, sur l'origine de la découverte du plomb. Pline en parle sous le nom de plomb noir ; et quoiqu'il n'en ait connu qu'une bien faible partie des propriétés, il l'a bien distingué de l'étain, et il a remarqué qu'on falsifiait déja celui-ci avec le premier. On sera moins étonné de l'antiquité des usages du plomb que de celle de la découverte de l'étain, si l'on compare l'abondance des mines du premier et la facilité de leur traitement avec la rareté et la difficulté d'exploitation de celles du second.

2. Dans l'alchimie, on a comparé le plomb à Saturne, non-seulement parce qu'on a cru ce métal comme le plus vieux et le père des autres ; mais encore parce qu'on le regardait comme très-froid ; parce qu'on lui attribuait la propriété d'absorber et de détruire en apparence presque tous les métaux, comme la fable disait que Saturne, le père des dieux, avait mangé ses enfans. Le signe du plomb, le même que celui de la planète Saturne, représenté autrefois par un croissant placé au bas et à droite, et surmonté à gauche par la croix, image de la qualité rougeante et acide, signifiait, suivant les alchimistes, qu'avec certaines analogies cachées avec l'argent, il

était presque tout entier corrosif ; ce qui prouvait, d'après eux, son action délétère et comme narcotique sur l'économie animale. C'est un des métaux que les alchimistes ont le plus tourmentés à leur manière, et sur lequel ils ont fourni le plus de procédés et d'expériences à l'alchimie. Ils ont eu la prétention de le convertir en argent, et même encore c'est un de ceux sur lesquels, à les entendre, leur *poudre de projection* avait le plus d'effet.

3. Aux travaux singuliers et malheureux des alchimistes sur le plomb, ont succédé ceux des chimistes pharmacologistes, qui se sont proposé le but non moins chimérique, mais au moins plus utile et plus philosophique, d'enchaîner les fâcheuses propriétés de ce métal, et de le rendre avantageux à l'art de guérir. Leurs efforts, sans être entièrement infructueux, n'ont point eu le succès qu'ils cherchaient à obtenir. Les préparations de plomb, de quelque manière qu'elles soient faites, ne perdent point leur propriété engourdissante et paralysante ; on n'en a jamais pu tirer un parti avantageux que comme topique : encore leur administration exige-t-elle une grande prudence, et ne doit-elle être confiée qu'à des hommes très-éclairés. Mais, tout en cherchant à mitiger l'âcreté du plomb, les premiers chimistes qui s'en sont occupés sous le point de vue pharmaceutique lui ont reconnu beaucoup de propriétés, et ont contribué en grande partie à son histoire chimique et philosophique.

4. C'est de ces divers travaux préliminaires qu'ont profité les auteurs d'ouvrages systématiques de chimie, pour déterminer les propriétés spéciales et caractéristiques du plomb. Chacun de ces auteurs, de ceux sur-tout qui ont rédigé leurs traités d'après les démonstrations expérimentales qu'ils ont faites sur la science, et l'on conçoit bien que ce sont les seuls qui ont pu en embrasser l'ensemble autant que les détails, a enrichi l'histoire du plomb de quelques découvertes ou de quelques séries de recherches ou d'essais qui lui sont

propres. Ainsi l'on voit peu à peu les détails de procédés, d'expériences, de résultats, s'augmenter sur le plomb dans les ouvrages successifs de Barner, Bohnius, Stahl, Boerhaave, Juncker, Shaw, Macquer, Wallerius, Spielman, Cartheuser, Baumé, et sur-tout dans les traités plus modernes de Wasserberg et de Gren, qui, aux expériences de leurs prédécesseurs, ont ajouté leurs propres expériences.

5. Les minéralogistes, les docimastiques et les métallurgistes, de leur côté, ont également concouru à compléter l'histoire des propriétés chimiques du plomb. C'est même à cet égard un des métaux qui a été le mieux étudié, et qui est aussi le mieux connu, sous le rapport de ses essais et de son exploitation. Quoiqu'il n'ait pas eu plus que l'étain, au moins considéré chimiquement, d'historien particulier et monographe, on trouve dans la bibliographie chimique un grand nombre de dissertations sur quelques-unes de ses propriétés ou de ses combinaisons, ou sur quelques parties de ses usages si multipliés et si importans. On s'est spécialement occupé de ses essais, de ses dissolutions, de ses oxides et de ses alliages avec d'autres métaux considérés sur-tout du côté des arts.

6. La doctrine pneumatique à donné beaucoup de développemens et de clarté dans la connaissance des propriétés du plomb. C'est sur ce métal que les physiciens ont porté les premiers regards, relativement à l'augmentation de poids de son oxide, et cherché la cause de son augmentation, la différence des divers oxides qu'il fournit, la théorie de leur réduction à l'aide du carbone, l'action des acides sur ce métal, la manière dont il est altéré par les sels, les caractères et la composition de ses mines, et sur-tout des divers sels natifs qui en font partie. Les effets de ces oxides sur quelques substances salines ont été la source de plusieurs découvertes modernes, qui, en ajoutant à l'exactitude de son histoire particulière, ont aussi concouru à fortifier et à confirmer les

bases de la doctrine pneumatique. C'est sur-tout aux dernières recherches de M. Proust, professeur de chimie à Ségovie, et du citoyen Vauquelin, sur les divers oxides de plomb et sur leur action dans la décomposition des sels, qu'est due la clarté nouvelle relative aux propriétés chimiques de ce métal.

B. *Propriétés physiques.*

7. Le plomb qu'on regardait, il y a quelques années encore, comme un métal vil, ignoble, imparfait, est d'une couleur grise, peu brillante ou sombre, qui a une teinte très-sensible de bleu. Il ne ressemble à aucune autre substance métallique par cette propriété; sa couleur est livide et comme triste; elle semble annoncer ses qualités dangereuses; et au lieu d'attirer l'œil comme celle des autres métaux, elle déplaît et repousse en quelque sorte, en faisant naître l'idée d'un être malfaisant.

8. La pesanteur du plomb est assez considérable; comparée à celle des autres métaux, il tient le cinquième rang par cette propriété; il est placé entre le mercure plus lourd et l'argent un peu plus léger que lui. Elle est exprimée par le nombre 11.352, l'eau étant 1.000. Il est le moins ductile et le moins sonore des métaux du quatrième genre; il est facile à laminer, et il s'aplatit promptement sous le marteau; il s'écrouit peu. Sa mollesse est assez grande pour qu'on puisse le rayer avec l'ongle, le couper au couteau, le plier en toute sorte de sens. Sa ténacité est la plus faible que l'on connaisse parmi les métaux. Un fil de plomb d'un dixième de pouce de diamètre ne soutient qu'un poids de 29 $\frac{1}{4}$ livres avant de se rompre.

9. Le plomb est très-bon conducteur du calorique, sans être extrêmement dilatable. Il se fond à une chaleur faible et immédiatement après le mercure, l'étain et le bismuth; il tient le quatrième rang dans l'ordre de la fusibilité. Le

citoyen Guyton l'estime à 250 degrés du thermomètre de Réaumur. Quand on le tient long-temps fondu et rouge, il se sublime et fume dans l'air; mais il exige pour cela une haute température. Si on le fait refroidir lentement, il se cristallise en pyramides quadrangulaires, toutes formées, à ce qu'il paraît, d'octaèdres. C'est ainsi que Mongez le jeune l'a obtenu le premier. On remarque, quand on fait cette opération, qu'elle réussit mieux, comme dans l'étain, en faisant fondre plusieurs fois de suite le plomb.

10. Ce métal est conducteur de l'électricité et du galvanisme; mais il paraît qu'il ne jouit de l'une et de l'autre de ces propriétés que dans un degré très-faible. Il a une odeur particulière et un peu fétide; il a aussi une saveur un peu âcre et désagréable : c'est en raison de cette dernière qu'il agit, à ce qu'il paraît, sur l'économie animale, et qu'il y produit cette action assoupissante et paralysante qu'on lui connaît.

C. *Histoire naturelle.*

11. Le plomb est un des métaux dont les mines sont les plus abondantes dans la nature; il y en a beaucoup en France, en Allemagne, en Angleterre, etc. C'est aussi un de ceux dont les mines sont les plus variées. Les minéralogistes en ont décrit pour la plupart un grand nombre d'espèces; mais aussi la plupart d'entre eux ont fait ou de doubles emplois de mines appartenans à d'autres métaux, ou ils ont pris des variétés pour des espèces, et multiplié ainsi les êtres sans nécessité. C'est ainsi qu'ils ont distingué dans les sulfures de plomb autant d'espèces qu'il y a de métaux différens combinés avec le soufre, conjointement avec le plomb; et cependant, tandis qu'ils multipliaient ainsi les espèces d'après des propriétés qui ne devaient donner que des variétés, la science faisait des progrès réels dans la découverte de nouvelles mines de plomb bien plus différentes

dès premières espèces connues que quelques-unes de celles-ci ne l'étaient réellement entre elles. De là les lacunes qu'on trouve dans tous les auteurs systématiques de minéralogie. Bergman, par exemple, ne distinguait encore, en 1780, que trois mines de plomb; savoir, le sulfure, le carbonate et le phosphate.

12. Quoique l'existence du plomb natif à l'état métallique ait été admise par Wallerius et Linné; quoique Henckel en ait fait mention avant eux dans sa Pyritologie; quoique Genssane, dans son Histoire naturelle du Languedoc, dise en avoir trouvé dans le Vivarais, et que Kirwan ajoute à ces premières autorités celle de la découverte du même métal natif dans le pays de Montmouth en Angleterre, la plupart des minéralogistes, Cronstedt, Justi, Monnet, et sur-tout le citoyen Haüy, ne comptent point ce métal natif parmi les espèces de mines de plomb. Le citoyen Guyton, dans la note qu'il a donnée sur cet article de la docimasie humide de Bergman, fait observer que le plomb trouvé par Genssane dans le Vivarais, était en grains disséminés dans de l'oxide, et même dans une scorie vitreuse: ce qui prouve évidemment, suivant lui, qu'il provenait d'une mine réduite par le feu, d'un incendie de forêt. Cette idée n'a point été détruite chez lui par la vue d'un échantillon de ce plomb même, pris sur les lieux par le citoyen Grossard-Virly. Il pense de même de celui du pays de Montmouth, décrit dans les Transactions philosophiques de 1772.

13. On n'a pas trouvé non plus de véritables alliages du plomb avec quelques autres métaux dans la nature. C'est encore également un problème que l'existence d'un oxide de plomb pur dans les mines. Ainsi trois des cinq états que j'ai indiqués en général dans l'Histoire naturelle des métaux, sont nuls par rapport au plomb; on ne le trouve dans la terre qu'à l'état de métal combiné avec le soufre, et en oxide uni à des acides, sous la forme de sels de plomb. Ce dernier

état même, quoique moins abondant que le premier, est le plus fréquent et le plus varié des mines de plomb. Je reconnais donc sept espèces bien distinctes de mines de plomb ; 1°. le sulfure, 2°. le sulfate, 3°. le phosphate, 4°. l'arsenite, 5°. le molybdate, 6°. le chromate, 7°. le carbonate. Je vais indiquer les principaux caractères de chacune de ces mines.

14. Le sulfure de plomb natif est une mine très-reconnoissable par sa couleur grise très-brillante et spéculaire, son tissu lamelleux, sa forme cubique, sa fragilité. On le nommait autrefois *galène ;* il est très-abondant et en filons continus dans la nature. On le trouve en cubes isolés ou groupés, en octaèdres également isolés, et provenant du décroissement des petites molécules cubiques sur tous les bords et sur les angles tout à la fois, en lames très-larges, en lames étroites, en tissu comme grenu, en prismes hexaèdres, ou en colonnes qui paraissent être du plomb salin passé à l'état de sulfure. Il n'y a pas un seul morceau, une seule variété de sulfure de plomb qui ne contienne de l'argent ; quelquefois même les mineurs rapportent aux mines d'argent les sulfures de plomb qui sont très-chargés de ce métal précieux. Telle est sur-tout celle que M. de Born a nommée, dans son Catalogue minéralogique, mine d'argent grise ou blanche ; le weissgittig des Saxons, dans laquelle M. Klaproth a trouvé 0.40 de plomb, 0.20 d'argent, 0.12 de soufre, 0.08 d'antimoine, 0.02 de fer, 0.07 d'alumine et un peu de silice, mine très-compliquée, comme on voit, dans sa composition, et dont vraisemblablement beaucoup d'autres variétés de sulfure de plomb analysé avec le même soin, présenteront de nouveaux exemples. On observe, en général, que les variétés de cette mine à très-petites facettes ou à tissu grenu, sont plus chargées d'argent que les autres. Celles qu'on trouve désignées comme espèces particulières dans plusieurs minéralogistes, par les noms *de galène martiale*, *galène antimoniale*, ne doivent donc être regardées que comme des

variétés qui ne diffèrent que par les proportions de leurs principes, ou l'addition de quelques métaux au sulfure de plomb. Encore, en examinant quelque jour avec plus d'attention les mines, pourrait-on bien reconnaître que le fer, et sur-tout l'antimoine, ne sont qu'interposés entre les propres molécules du sulfure de plomb, dont l'abondance et la prédominance doivent d'ailleurs les faire ranger parmi celles de ce dernier métal.

Le sulfure de plomb est la plus fréquente et la plus abondante des mines de ce métal. On le trouve en masses et en couches considérables à plus ou moins de profondeur, souvent placé entre deux lisières de quartz noirâtre, chargé lui-même d'argent, suivant l'observation du citoyen Dolomieu. C'est cette mine qu'on exploite le plus souvent pour en extraire le plomb. Le citoyen Monnet a vu du sulfure de plomb s'effleurir, se brûler à l'air, et se convertir en sulfate de plomb.

15. Le même minéralogiste a le premier trouvé du sulfure de plomb natif, en masse blanche dissoluble dans 18 fois son poids d'eau, ou noirâtre, strié, friable, en stalactites. Le docteur Withering l'a reconnu depuis dans l'isle d'Anglesey en octaèdres réguliers d'un petit volume. Il est de couleur jaune, uni au fer et mêlé d'argile. Le citoyen Monnet l'avait dit réductible par le charbon, et provenant de l'efflorescence et de la sulfatisation spontanée de certains sulfures ou *pyrites* de plomb friables ; celui dont a parlé M. Withering n'est réductible ni au chalumeau ni par le charbon.

16. M. Gahn, chimiste et médecin suédois, élève de Bergman, a découvert le premier le phosphate de plomb verdâtre du Brisgaw. M. Tenant a confirmé la découverte de Gahn. M. Klaproth a trouvé dans le plomb de Brisgaw près de 0.19 d'acide phosphorique et 0.73 de plomb. Le citoyen Gillet Laumont ayant obtenu des cristaux de plomb jaunâtre nommé plomb spathique d'Huelgoët, traité au chalumeau, un bouton irréductible, et ayant observé dans les fourneaux où l'on

traite cette mine une flamme jaunâtre voltigeante, soupçonnant que ce plomb spathique pourrait bien être un phosphate, entreprit son examen chimique, et trouva, en le traitant avec l'acide nitrique, le moyen d'en séparer l'acide phosphorique. Ce phosphate de plomb est en gros canons ou prismes hexaèdres réguliers, jaunâtres ou rougeâtres; il a donné par la dissection au citoyen Haüy un dodécaèdre en triangles isocèles avec le prisme compris entre les deux pyramides. En le fondant au chalumeau il cristallise en polyèdre régulier dans son refroidissement. Depuis les premières découvertes on a trouvé beaucoup de variétés de cet oxide de plomb saturé d'acide phosphorique. On en connaît aujourd'hui de blancs transparens, de blancs et de gris opaques, de jaunes, de verts jaunâtres, et de bruns. Je l'ai trouvé en mammelons verts dans une mine de Pontgibaud, département du Mont-d'Or, contenant de l'arseniate mêlé au phosphate de plomb. Son abondance me paraît telle qu'on pourrait en extraire facilement, et à peu de frais, le phosphore dans les lieux où elle existe.

17. L'arsenic de plomb ou plomb arsenite a été découvert dernièrement (hiver de l'an 8) par le citoyen Champeaux, ingénieur des mines; il est, ou en filamens soyeux, d'un beau jaune, amianthiformes, légèrement flexibles, très-faciles à briser; ou en concrétions minces sur du quartz ou fluate de chaux. Celles-ci sont d'un jaune moins décidé que les filamens, souvent verdâtres, compactes, d'un aspect gras et d'une cassure vitreuse. L'arsenite de plomb a été trouvé dans une montagne près Saint-Prix, département de Saone-et-Loire. Il se réduit facilement au chalumeau, en exhalant promptement une forte vapeur arsenicale. Sa réduction est accompagnée d'une effervescence qui annonce que l'arsenic y est à l'état d'oxide. Les citoyens Vauquelin et Lelièvre ont reconnu cette mine pour de l'arsenite de plomb.

18. Le molybdate de plomb a été découvert par M. Klaproth dans la mine de plomb jaune de Bleyberg. On le

nomme, dans les cabinets, plomb jaune. C'est M. Wulfen qui l'a décrit pour la première fois en 1785. M. Heyer croyait y avoir trouvé l'acide tunstique ; mais la présence de l'acide molybdique, annoncée par M. Klaproth, a été confirmée par une belle analyse qui en a été faite par les citoyens Vauquelin et Macquart, et qui est insérée dans le Journal des mines, n°. 17, p. 23. Ce sel natif varie dans sa couleur depuis le jaune pâle jusqu'au jaune orangé. Il a une cassure demi-transparente et lamelleuse ; il est cristallisé en lames rectangulaires, carrées, terminées quelquefois par des biseaux : elle pèse 5.486. Tous les acides puissans le décomposent ; les alcalis caustiques le dissolvent sans altération ; il est réductible par le charbon. D'après l'analyse des chimistes français cités, il contient 64 d'oxide de plomb, dans lequel il y a 5 parties d'oxigène sur 59 de plomb, 0.28 d'acide molybdique, 0.04 de carbonate de chaux et 0.04 de silice.

19. Le chromate de plomb est une nouvelle substance découverte en vendémiaire, l'an 6 (octobre 1797), par le citoyen Vanquelin, et formé de l'acide métallique du chrome, dont j'ai indiqué les propriétés dans l'article 5 de cette section. Ce sel nouveau était connu auparavant sous le nom de *plomb rouge* de Sibérie. Comme j'ai fait l'histoire de cette découverte dans celle du chrome, je n'ai plus à indiquer que les propriétés caractéristiques du chromate de plomb natif. Ce minéral est d'un rouge ponceau clair ; sa poussière est jaune-orangée. Il a une forme de prismes rhomboïdaux, striés, et terminés par des sommets mal prononcés subtétraèdres : il est très-fragile. Les alcalis fixes purs le dissolvent sans le décomposer. Les carbonates alcalins le décomposent au contraire très-facilement par la voie humide, et forment du carbonate de plomb qui reste indissoluble, et du chromate de potasse ou de soude qui est dissoluble, et d'une couleur jaune un peu orangée. Il colore en vert les flux de borate et de phosphate de soude, avec lesquels on le fond au chalumeau ; il est décomposé par

l'acide muriatique, qui donne du muriate de plomb en cristaux, et de l'acide chromique dissous dans l'eau, avec la couleur orangée. L'acide sulfurique le décompose aussi ; mais il est difficile d'en séparer l'acide chromique. L'acide nitrique le dissout à chaud sans le décomposer, et le laisse précipiter en refroidissant. 100 parties de ce chromate de plomb contiennent, d'après l'analyse du citoyen Vauquelin, à très-peu près 65.12 d'oxide de plomb et 34.88 d'acide chromique. Le citoyen Vauquelin a trouvé, à côté des cristaux de plomb rouge, d'autres cristaux verts qui sont une combinaison d'oxide de plomb et de chrome à l'état d'oxide vert. Lehman et Mongez croyaient que le plomb rouge était minéralisé par l'acide arsenique.

20. La septième et dernière espèce de mine de plomb que je distingue, est le carbonate de plomb ; je le range le dernier dans l'ordre de ses sels natifs, parce que l'acide carbonique est celui qui y tient le plus faiblement. Le carbonate de plomb, très-facile à reconnaître parmi les autres mines de ce métal, par sa dissolubilité dans l'acide nitrique, accompagnée d'une effervescence très-marquée et de dégagement d'acide carbonique, par sa prompte réduction sur les charbons, était nommé autrefois *plomb spathique*, *plomb blanc*, parce qu'il a souvent cette couleur, et parce qu'il a le tissu lamelleux, et le chatoyant des lames qui caractérisent ce qu'on désignait autrefois sous le nom beaucoup trop général de *spath* en minéralogie : il est très-varié dans sa forme et dans sa couleur. Les lois de sa structure n'ont pas pu encore être déterminées par les travaux du citoyen Haüy. A l'aide de la dissection, il a eu pour résultat des coupes parallèles aux faces d'un dodécaèdre formé de deux pyramides droites, réunies base à base, d'autres coupes parallèles aux pans d'un prisme hexaèdre régulier, compris entre deux pyramides : c'est ce qu'il a obtenu de la cristallotomie du carbonate de plomb de Sibérie ; tandis que celui de plusieurs autres lieux lui ont

donné pour résultat de leur division mécanique des octaèdres : on trouve quelquefois cette dernière forme pour forme secondaire ; souvent celle-ci est le prisme hexaèdre, avec des sections ou des facettes diverses aux bords des bases. Rarement le prisme est terminé par des pyramides hexaèdres. Le plus ordinairement le carbonate de plomb est en aiguilles fines et brillantes, en espèces de canons striés irréguliers, cannelés et canaliculés dans leur intérieur, en stalactites, en incrustations. On en trouve qui passe à l'état de sulfure de plomb dans une portion de ses couches. La couleur n'est pas moins variée dans cette espèce. Il y a des morceaux transparens comme du verre ; souvent ils ont une demi-transparence seulement, et quelquefois une opacité et une blancheur mattes : il en est de jaunâtres, de verdâtres et de verts foncés. Ces derniers sont souvent en prismes hexaèdres plus ou moins gros, très-réguliers, semblables par la forme à des émeraudes. J'en ai rencontré qui contenaient du phosphate, sans doute mélangé simplement avec le carbonate de plomb. Pelletier a indiqué dans la couleur noire qu'ils prennent subitement par le contact du sulfure d'ammoniaque et de sa vapeur, lorsqu'on les a réduits en poussière, un caractère propre à les faire reconnaître et à les distinguer du sulfate de barite, avec lequel on les confond quelquefois à cause de leur forme. Le carbonate de plomb est très-répandu dans les mines de ce métal ; il ne doit cependant être regardé, ainsi que tous les sels précédens, que comme une mine secondaire, formée par l'altération du sulfure de plomb, et transportée par l'eau qui lui a donné sa forme cristalline. On le trouve spécialement en Sibérie, en Saxe, en Brisgaw, en Styrie, en Carinthie, en Angleterre, et sur-tout en France, à Poullaouën, au Huelgoët, à Sainte-Marie-aux-mines, etc.

D. *Essais et travaux métallurgiques.*

21. L'essai des mines de plomb est un des plus simples et des plus faciles qui existent; mais comme on a dans cette opération le double but de connaître, et le plomb qui y est contenu, et l'argent que la mine recèle presque toujours, à cause du prix et de l'importance de celui-ci : dans cette intention, après avoir pilé et lavé, ou bien trié une certaine quantité de la mine, on la grille dans un têt couvert, pour éviter la perte que sa décrépitation pourrait faire naître. Ordinairement le sulfure de plomb perd peu par le grillage. On détermine au reste ce qui s'en est volatilisé en le pesant exactement après cette opération, et en comparant son poids à celui qu'elle avait auparavant; on la fond ensuite avec deux fois son poids de flux noir ou de borax, mêlé d'un peu de charbon, et un peu de muriate de soude décrépité. L'alcali ou flux absorbe le soufre; le carbone réduit la portion oxidée du métal; le sel marin, en recouvrant toute la matière, s'oppose à l'évaporation. Après la fonte on pèse le culot de plomb qui occupe le fond du creuset brasqué. Quand on en a pris exactement le poids, on le place sur une coupelle ou petit vase creux, formé avec des os calcinés; on le chauffe sous une mouffle assez fortement pour sublimer, oxider et vitrifier le plomb, qui, dans ce dernier état, passe à travers les pores de la coupelle, et laisse son bassin ou sa cavité très-nette. L'argent que contient le plomb, et qui n'est ni volatil, ni oxidable, ni vitrifiable comme lui, reste sur ce vaisseau en un petit bouton métallique rond, brillant et pur, que l'on pèse avec des balances très-exactes.

22. L'essai, tel qu'il vient d'être décrit, est fort éloigné d'une opération exacte, quoique presque toujours il suffise pour acquérir les premières notions qu'on desire sur les mines de plomb, et quoique ce soit presque toujours d'après les résul-

tats qu'il fournit qu'on se conduit dans leur traitement en grand, ou qu'on entreprend leur exploitation; il est nécessaire d'en connaître les défauts, puisqu'il est d'ailleurs assez facile d'y substituer une analyse plus exacte et plus sûre. Les chimistes regardent cette opération comme infidèle, parce que l'alcali qu'on a coutume d'y employer comme fondant, forme avec le soufre ou la mine un sulfure qui dissout une portion de l'oxide de plomb, et qui prive ainsi celui qui opère d'une partie du métal qu'il devrait obtenir. L'inconvénient est moins grand avec le borax, que j'ai recommandé; mais il y a toujours celui de pratiquer l'essai avec une substance chère, qui n'a nul rapport avec les matières qui peuvent être employées en grand, et qui peut donner des idées fausses sur le produit obtenu: aussi doit-on préférer à cet essai incorrect par la fusion et la voie sèche, l'analyse des mines de plomb par la voie humide.

23. Bergman a donné, dans sa Dissertation sur la docimasie humide, des procédés simples autant qu'exacts pour bien analyser et bien connaître les différentes espèces de mines de plomb. S'il se trouve natif, il ne s'agit que de constater sa pureté, ou la nature et la proportion de ses alliages. Pour cela, il conseille de le dissoudre dans l'acide nitrique. Si le dissolvant prend une couleur verte, cela y indique la présence du cuivre: alors on emploie le fer, qui précipite celui-ci sous forme métallique, pour en déterminer la quantité. Les sulfures de plomb doivent être traités par le même acide nitrique, qui oxide et dissout leur portion métallique et en sépare le soufre: celui-ci est recueilli sur un filtre bien lavé, séché et pesé. On précipite l'oxide de plomb par le carbonate de soude, et 132 parties de ce précipité en indiquent ou en contiennent 100 de plomb. Si le précipité est mêlé d'oxide d'argent, l'ammoniaque sert à dissoudre celui-ci sans toucher au carbonate de plomb. 129 parties de ce carbonate d'argent répondent à 100 parties de ce métal. Il faut noter ici qu'il est

souvent très-difficile de séparer ainsi l'argent d'avec le plomb, à cause de sa très-petite quantité, et que si l'on veut connaître la proportion de ce métal précieux, il est indispensable d'avoir recours à la voie sèche, à la réduction et à la coupellation du plomb.

On peut employer l'acide muriatique au lieu du nitrique pour traiter les sulfures de plomb. Le muriate de plomb se dépose en cristaux qu'on dissout dans l'eau distillée pour les isoler du soufre, et pour en précipiter le plomb par le carbonate de soude. Si le sulfure contient de l'antimoine, ce métal reste en oxide blanc au fond de l'acide nitrique, et on le précipite par l'eau pure, de la dissolution muriatique. Quoiqu'il soit rare, suivant la remarque de Bergman, qu'il existe du fer dans les sulfures de plomb, s'il s'y en trouve, on sépare d'abord le plomb et l'argent dissous dans l'acide nitrique par le fer; et en tenant compte de la quantité de ce dernier employée pour cette précipitation, on reconnaît la proportion de celui qui existait dans le sulfure, en le précipitant par un prussiate alcalin. Bergman avertit encore, s'il y a un peu de gangue dans la mine de plomb qu'on analyse, que cette gangue est ou indissoluble comme de la silice, et alors elle reste sans altération au fond du dissolvant; ou dissoluble, et alors il faut traiter la mine d'abord par l'acide acéteux, qui dissout la matière calcaire lorsqu'elle existe. On trouve dans l'analyse des sulfures par la voie humide une proportion de plomb toujours plus grande, quelquefois même de plus d'un quart que celle que l'on obtient par la fusion avec les flux : nouvelle preuve que les alcalis dissolvent et emportent une partie du plomb.

24. Quant aux carbonates et aux phosphates de plomb, Bergman se contente d'indiquer la dissolubilité des premiers par l'acide nitrique, et le traitement des seconds par le même acide qui les dissout, la précipitation de l'oxide de plomb par l'acide sulfurique et l'évaporation de la liqueur surnageante

qui laisse pour résidu l'acide phosphorique. J'ajouterai à ces généralités, qu'on peut apprécier la quantité d'acide carbonique contenu dans un carbonate de plomb, soit en le distillant dans une cornue de grès avec l'appareil pneumato-chimique, soit en recueillant cet acide dans un appareil convenable, à mesure qu'on dissout la mine par l'acide nitrique ou par l'acide muriatique. Les phosphates peuvent être traités dans une cornue de terre, après les avoir mêlés avec le cinquième ou le sixième de leur poids de charbon en poudre fine. On en obtient alors de l'acide carbonique et du phosphore; il reste du plomb métallique dans la cornue. J'ai déja indiqué ce procédé comme pouvant être pratiqué en grand avec avantage dans les lieux où les phosphates de plomb se trouvent. J'ajouterai ici que cet établissement serait peu coûteux pour les professeurs des mines, et qu'il mettrait dans le commerce, à un bas prix, du phosphore qui se perd actuellement dans le traitement de ces mines, et qui n'est encore peu employé et peu utile que parce que, rare encore et cher, on a peu d'habitude de le traiter, de s'en servir et de l'approprier en quelque sorte aux besoins des arts ou de la vie.

25. Bergman n'a rien dit du molybdate de plomb, parce qu'il n'avait encore été ni décrit ni connu à l'époque où il a écrit sa Dissertation sur la docimasie humide. M. Klaproth a donné des procédés fort simples pour analyser cette mine: l'acide muriatique décompose le molybdate, lui enlève l'oxide de plomb, et en sépare l'acide molybdique sous la forme d'une poudre blanche: celle-ci, chauffée à la flamme intérieure du chalumeau, prend une couleur bleue qui le fait facilement et promptement reconnaître; il la prend aussi par le contact de l'acide sulfurique chaud. On en apprécie la quantité lorsqu'en dissolvant le molybdate dans un acide, l'oxide de plomb reste en dissolution, et l'acide molybdique s'en sépare en poudre blanche que l'on lave et que l'on pèse. Le chromate, si reconnaissable par sa couleur rouge ponceau lorsqu'il est

en masse solide, et par son jaune orangé quand il est en poudre, est très-exactement analysé d'après les expériences du citoyen Vauquelin, qui l'a découvert par le carbonate de potasse ou de soude : il reste du carbonate de plomb en poudre blanche dont on connaît les proportions des principes, et la dissolution de chromate alcalin qui le surnage est ensuite précipitée, et donne facilement la quantité d'acide chromique par l'acide muriatique. Le sulfate de plomb est aisément analysé et décomposé en le chauffant dans un appareil clos avec du charbon ; il donne de l'acide sulfureux, du gaz hidrogène sulfuré et du plomb réduit. On voit, d'après cela, qu'il ne reste plus rien à desirer sur l'analyse des mines de plomb.

26. Le traitement des mines de plomb en grand est un des plus importans travaux métallurgiques qui existent, et un de ceux qui ont le plus grand comme le plus intime rapport avec les connaissances et les procédés chimiques exacts. A Pompéan, pour exploiter la mine sulfureuse de plomb tenant argent, on la pile au bocard, on la lave avec soin sur des tables, on la porte au fourneau à manche, où on la grille d'abord à l'aide d'un feu doux ; on la fond ensuite en augmentant la chaleur. On extrait le plomb fondu du fourneau en ouvrant un trou pratiqué sur l'un des côtés de son aire, et qu'on a d'abord tenu bouché pendant la fonte, avec de la terre glaise. Par le coulage, le plomb est moulé en premiers saumons, qu'on nomme *plomb-d'œuvre*, parce qu'il est destiné à de nouvelles opérations pour en séparer l'argent qu'il contient. Cette dernière partie, la plus importante du travail, s'exécute en général de la manière suivante. On transporte le plomb-d'œuvre dans un fourneau différent du premier, dont le fond ou l'aire est couverte de cendres bien lessivées, tamisées et battues. A l'un des côtés de cette aire sont reçues les tuyères de deux gros soufflets placés au dehors du fourneau, mus par l'eau, et vis-à-vis de ces tuyères, à la paroi opposée du fourneau, sont pratiquées deux rigoles nommées *voie de*

la litharge. Le plomb chauffé et fondu s'oxide à sa surface, sur-tout à l'aide de l'air abondant et comprimé que les soufflets y versent; une partie de cet oxide s'évapore par de petites cheminées ouvertes au dessus des voies de la litharge; une autre portion est absorbée par le sol pulvérulent du fourneau; mais la quantité la plus considérable de cet oxide, fortement brûlée et vitrifiée, puis refroidie et condensée par l'air froid qui la frappe immédiatement, est chassée par le mouvement qu'il lui communique vers les voies ouvertes vis-à-vis les tuyères. C'est cette dernière partie qu'on nomme litharge; elle est ou en petites écailles rougeâtres, brillantes vitrifiées, et alors on l'appelle *litharge marchande*, parce qu'elle est préférée dans le commerce, ou *litharge d'or*, *chrysitis*, à cause de sa couleur. La partie qui a éprouvé une plus grande chaleur, qui est plus avancée dans sa vitrification, et dont la couleur est d'un jaune pâle, est désignée sous le nom de *litharge d'argent*, *argyritis;* enfin, au moment où le fourneau chauffe le plus fortement, cet oxide se fond plus complétement et coule sous la forme de gouttes ou de stalactites : c'est la *litharge fraîche*. Quand tout le plomb est ainsi oxidé et vitrifié, l'argent reste seul et pur au fond du fourneau. Il a besoin, comme je le dirai dans l'histoire de ce métal précieux, d'être affiné, pour en extraire un peu de plomb qu'il retient encore entre ses parties. On reprend ensuite le plomb oxidé par cette opération; on le fond à travers les charbons dans un grand fourneau; il se réduit, cède son oxigène au carbone rouge, et reparaît sous la forme de plomb métallique au fond du fourneau. On le coule en saumons, et on le débite dans le commerce. Les mines de plomb autres que les sulfures, et ne contenant pas d'argent comme eux, sont traitées par la réduction et la fusion à travers les charbons; et les phosphates, en se décomposant ainsi, offrent une flamme phosphorique qui s'élève au dessus des fourneaux, et qu'on distingue facilement à sa couleur et à son odeur.

E. *Oxidabilité par l'air et le feu.*

27. Le plomb exposé à l'air se ternit promptement, perd facilement le peu d'éclat qui le caractérise, devient d'abord gris foncé et sale, ensuite d'un gris blanc qui forme à sa surface une véritable rouille. On s'apperçoit bientôt qu'il est plus altérable par l'air froid que ne l'est l'étain ; car, tandis que celui-ci n'offre qu'une couche très-superficielle, un gris léger qui laisse toujours appercevoir sa couleur métallique, celui-là présente une oxidation plus profonde, et se recouvre d'une couche épaisse d'oxide qui augmente peu à peu de volume, qui se soulève même en espèces d'écailles de dessus le plomb qu'elle enduit, et qui finit par pénétrer toute la masse du plomb lorsqu'il n'a que peu d'épaisseur. Cependant le *maximum* de son altération est long à opérer, et l'intérieur des lames ou des couches de ce métal est long-temps défendu par la couche légère d'oxide qui se produit à sa superficie. Les alchimistes ont prétendu que, par une longue exposition à l'air, le plomb se changeait en argent. Leur erreur vient de ce que les plombs employés, il y a quatre ou cinq cents ans, aux couvertures des édifices, n'étaient pas bien purifiés, et de l'argent qu'on y avait laissé, qui, résistant à l'air tandis que le plomb s'y détruit peu à peu, les a trompés, parce qu'ils ne se sont pas assurés de la nature primitive de ce plomb argentifère.

28. Quand on fond du plomb en contact avec l'atmosphère, il se forme à sa surface une pellicule irisée, dont la nuance jaune dorée l'emporte cependant sur les autres couleurs qui la teignent, et qui bientôt fait place à un gris foncé uniforme. Si on enlève cette première pellicule, qui n'adhère point au métal fondu placé au dessous, il s'en reforme une seconde, et on peut convertir ainsi toute une quantité donnée de plomb en pellicules, à force d'en renouveler la surface dans

l'air. Ces pellicules, chauffées et agitées ensuite toujours en contact avec l'atmosphère, se convertissent en une poudre grisâtre, mêlée souvent de parcelles jaunes ou légèrement verdâtres : c'est-là l'oxide de plomb gris ou le premier état d'oxidation que ce métal est susceptible d'éprouver. Il est facile à réduire quoique non spontanément, mais à l'aide de l'hidrogène et du carbone, et à la température rouge.

29. Il faut remarquer que si l'on chauffe le plomb beaucoup au dessus de la température nécessaire pour le fondre et pour opérer l'oxidation simple dont je viens de parler, le métal élevé en vapeur dans l'air s'y brûle plus rapidement, répand une fumée blanche ou jaunâtre, d'une odeur particulière, qui se condense en un oxide d'un gris jaune sur les corps froids, et que quelques auteurs de chimie ont nommé *fleur de plomb*. Cette volatilisation du plomb fondu et cette oxidation qu'il éprouve dans l'air, sont les causes des dangereux effets qu'il produit chez ceux qui sont exposés à sa vapeur, et expliquent les maladies auxquelles les plombiers sont plus particulièrement exposés. La poussière même du plomb et de ses oxides, emportée ou transportée par l'air, soit par le travail fait sur le plomb lui-même en le grattant, le limant, soit dans les diverses circonstances où son oxide est répandu dans l'atmosphère, même avec des vapeurs étrangères, comme celle des huiles volatiles, produit les mêmes affections dans les hommes qui la reçoivent par la bouche, par le poumon et par la peau.

30. L'oxide gris de plomb, plus fortement et plus longtemps chauffé avec le contact de l'air, passe bientôt au jaune par une nouvelle absorption de l'oxigène. Dans cet état d'oxide jaune, on le nomme dans les arts *massicot* ; il paraît qu'il contient de six à neuf parties d'oxigène sur cent. On en distingue même deux espèces dans le commerce, à raison de sa nuance ; l'une qu'on nomme *massicot blanc*, l'autre qu'on désigne par le nom de *massicot jaune*. C'est une cou-

leur sale qui n'a aucune beauté, qui tire quelquefois sur le verdâtre, et qu'on prépare néanmoins en grand dans quelques manufactures, à cause de l'usage qu'on en fait fréquemment dans les arts. Le moyen de la fabriquer consiste simplement dans son agitation perpétuelle avec le contact de l'air, sans y employer un feu violent qui donnerait un autre résultat dont je vais faire mention. On réussit bien mieux, dans les ateliers en grand, à faire l'oxide jaune de plomb, que dans les laboratoires où l'on travaille en petit.

31. Il y a un troisième état d'oxidation du plomb; c'est celui où il prend une belle couleur rouge de feu ou plus ou moins orangée, qu'on nomme, dans les arts *minium*, oxide de plomb rouge dans la nomenclature méthodique. Toutes les fois que dans les laboratoires de chimie on chauffe long-temps, et sans cependant employer un feu capable de vitrifier l'oxide gris de plomb, on en change quelques parties en une poussière rouge; mais jamais on ne réussit à rendre cet oxide entièrement rouge ni d'une belle couleur: c'est même une sorte de secret, ou une opération délicate et qui demande une manipulation soignée et exercée que celle par laquelle on prépare cet oxide dans quelques manufactures. Il y a quelques années qu'on ne fabriquait d'oxide de plomb rouge qu'en Hollande et en Angleterre; aujourd'hui il y a plusieurs établissemens français où l'on fait cette préparation aussi belle que dans ces deux pays. Dans une espèce de fourneau de réverbère où l'on fait fondre le plomb, on pousse la chaleur jusqu'à ce que la masse soit d'un rouge cerise; on agite perpétuellement le plomb, en tirant la partie oxidée sur les côtés, et l'on fait entrer l'air nécessaire à cette oxidation par les portes qui servent à mettre le bois ou le charbon de terre. La première oxidation dure quatre ou cinq heures: en l'y laissant pendant vingt-quatre heures, en le retirant du four pour le faire refroidir à l'air, et en y jetant un peu d'eau avec laquelle on l'agite, on obtient, suivant la description

donnée par *Jars* dans les Mémoires de l'académie pour 1770, le véritable massicot, qu'on broie ensuite sous une meule, et qu'on délaie dans l'eau afin d'avoir une poussière fine et bien égale. Cet oxide jaune ou massicot, traité de nouveau dans le fourneau de réverbère pendant trente-six heures, donne l'oxide rouge ou *minium*, après l'avoir exposé en masse élevée qu'on sillonne sur sa largeur, et qu'on aplatit à son sommet. Il paraît que l'art de fabriquer ce dernier oxide, sur-tout pour l'avoir d'une belle couleur rouge brillante, consiste, quand il est devenu rouge de cerise dans le fourneau à chaud, à le laisser refroidir très-lentement, en fermant avec soin les ouvertures du fourneau, et que cette pratique a pour objet de ne donner qu'une certaine dose d'oxigène à cet oxide; car j'ai vu, dans une belle manufacture de Paris, cet oxide retiré bien chaud du fourneau, et d'une couleur rouge très-riche, pâlir singulièrement à l'air, et devenir d'une couleur brunâtre ou presque fauve sale, tandis qu'il conservait sa nuance orangée quand on le faisait refroidir dans le fourneau clos hermétiquement.

32. L'oxide de plomb rouge varie plus ou moins de couleur, depuis l'orangé clair très-éclatant qu'on recherche dans quelques arts, jusqu'au rouge cerise presque foncé; on en voit autant de nuances qu'il y a de manufactures diverses. On estime communément que cet oxide a augmenté de dix pour cent en poids, et qu'ainsi cent parties de plomb en donnent cent dix de minium. Cependant les auteurs varient entre eux sur la quotité de cette augmentation de poids. Les uns admettent quinze pour cent, les autres le portent jusqu'à vingt pour cent. Wallerius et Wasserberg ont adopté cette dernière donnée, d'après leurs observations et leurs expériences. Au reste, quoique cette augmentation paraisse être d'autant plus grande que l'opération a été plus parfaite, et sur-tout plus lente, il est reconnu, d'après les dernières expériences du citoyen Vauquelin, que la proportion la plus constante de

l'oxigène dans l'oxide rouge de plomb est de 0.09. Cet oxide est en partie réductible dans une cornue, et donne une petite quantité de gaz oxigène ; mais ce n'est que la plus légère portion qui repasse à l'état métallique ; et il est très-vraisemblable que cette portion n'est pas dans le même état que le reste de l'oxide : on le réduit complétement par plusieurs moyens que je ferai connaître plus bas.

33. L'oxide jaune et l'oxide rouge de plomb, chauffés fortement, se fondent et se vitrifient avec une grande facilité. De tous les oxides métalliques ce sont ceux qui éprouvent le plus vîte et avec le plus d'énergie ce changement remarquable. Il est vraisemblable que le verre de plomb est encore plus oxigéné que l'oxide rouge, puisque celui-ci, exposé chaud à l'air, change de couleur, passe au jaune, comme quand on le vitrifie. Cet oxide vitreux est en même temps le corps le plus fondant, le plus vitrifiant que l'on connaisse. Aucun vase ne peut lui résister ; il les traverse tous comme l'eau passe à travers le papier. Pott a remarqué qu'on ne pouvait pas conserver ce verre fondu plus de trois quarts-d'heure dans le creuset le plus solide et le plus réfractaire ; et Macquer observait à ce sujet qu'il était impossible d'avoir, à cause de cela, du verre de plomb bien pur. Les chimistes se sont occupés à l'envi de chercher des compositions de terres capables de lui résister ; et quoiqu'ils n'aient point encore résolu cette espèce de problème, puisqu'il n'y a aucune terre qui puisse y résister obstinément, ils en ont cependant assez approché. La porcelaine dure ou fortement cuite, comme celle de Sèvres, est la matière qui réussit le mieux, et qui se laisse moins aisément entamer ou perforer que les autres par ce fondant si violent et si énergique.

34. L'oxidation du plomb a, de tout temps, été un des phénomènes qui, en raison de l'augmentation de poids que le métal y éprouve, a occupé fortement le génie des chimistes, des physiciens et des philosophes. Son histoire est liée

en quelque sorte à la marche et aux progrès de l'esprit humain. Après les efforts infructueux faits par Cardan, Scaliger, et une foule d'autres hommes d'un grand mérite, pour l'expliquer, Jean Rey en a le premier soupçonné la cause, quoique pendant plus d'un siècle et demi après lui, et malgré les ingénieuses machines découvertes en physique depuis le milieu du dix-septième siècle jusqu'aux deux premiers tiers du dix-huitième, elle ait encore échappé aux recherches et à la sagacité de Newton, de Boyle, de Mayow, de Hales, de Stahl, de Boerhaave et de tous les physiciens. Il était réservé à Lavoisier, comme on l'a vu, de convertir le soupçon de Jean Rey en certitude par rapport à l'oxidation du plomb, et de prouver que cette augmentation de poids était due à un principe de l'air qui se fixait dans le métal. Voilà donc cette accrétion au poids du plomb par l'air devenue un des premiers et des plus beaux faits de la doctrine pneumatique, un de ceux qui ont servi à en poser les premiers fondemens.

F. *Union avec les combustibles.*

35. Le plomb se combine avec la plupart des corps combustibles : on ne connaît pas cependant sa combinaison avec l'azote, l'hidrogène et le carbone. Ces deux derniers corps agissent sur ses oxides à chaud, de manière à les réduire et à leur enlever l'oxigène. Il se forme de l'eau et de l'acide carbonique, tandis que l'oxide repasse à l'état métallique. La réduction s'opère à froid à l'aide du temps par le contact du gaz hidrogène. Il faut noter qu'il n'y a point d'oxides métalliques plus facilement et plus complétement réductibles que ceux de plomb : ce qui annonce le peu d'adhérence de ce métal avec l'oxigène.

36. L'union du plomb avec le phosphore a été examinée par Pelletier : il l'a obtenue, soit en jetant du phosphore sur du plomb fondu dans un creuset, soit en distillant du

phosphore avec du plomb dans une cornue. Le phosphure de plomb est d'un blanc argentin bleuâtre ; il est susceptible d'être entamé par le couteau. Sa structure est lamelleuse ; et lorsqu'on le frappe sur l'acier, il se sépare en effet par lames. On trouve au dessus de lui, dans le creuset où on le prépare, un verre blanc laiteux formé par l'union de l'acide phosphorique et de l'oxide de plomb. Le phosphure de plomb se ternit promptement à l'air. Chauffé au chalumeau, le phosphore brûle à la surface du bouton promptement fondu, et l'on ne voit le plomb s'oxider qu'avec beaucoup de lenteur. La fonte qu'on en obtient dans un creuset est incomplète et pâteuse : de sorte qu'il est un peu moins fusible que les deux corps qui le composent ne le sont séparément. Pendant cette fusion, il s'en sépare toujours un peu de phosphore qui vient brûler à sa surface avec la flamme, la fumée blanche et l'odeur qui le caractérisent. Le phosphore s'y trouve, suivant Pelletier, dans la proportion de 0.12 à 0.15.

37. Le soufre s'unit facilement au plomb. Cette combinaison n'était pas inconnue aux anciens, puisqu'on la trouve décrite dans Dioscoride. On l'a nommée long-temps plomb brûlé, *plumbum ustum*. Dioscoride la faisait préparer en stratifiant des lames de plomb arrangées dans un vase de terre avec du soufre, et en enflammant celui-ci, puis en agitant le tout avec un triangle de fer. Il devait résulter de cette opération un sulfate ou un sulfite de plomb. On forme le vrai sulfure de plomb artificiel, soit en chauffant du plomb et du soufre mêlés dans un creuset, soit en jetant du soufre sur du plomb fondu dans un même vaisseau. Dans l'une ou l'autre opération, on obtient une matière noire, brillante, bien plus difficile à fondre que le plomb ou le soufre séparés, qui a un tissu comme fibreux ou filamenteux et strié dans son intérieur, qui est très-fragile, et qui imite au moins par sa couleur le sulfure natif de ce métal, ou la galène. Juncker et Wallerius conseillaient de prendre pour le préparer cinq

parties de plomb en grenailles et deux parties de soufre. Le citoyen Baumé a prescrit deux ou trois parties de plomb et une de soufre : au reste, ce sulfure factice se comporte absolument comme le naturel par les divers âgens chimiques.

38. On ne connaît pas l'union des oxides de plomb avec le soufre ; on doute même qu'elle existe, parce qu'en chauffant ces deux corps ensemble il semble que l'oxide se réduise, se rapproche de l'état métallique, et que le soufre lui enlève son oxigène de manière à ce que le composé soit bientôt revenu à l'état d'un vrai sulfure de plomb, parce que la même réduction a lieu lorsqu'on met en contact le gaz hidrogène sulfuré et un oxide blanc, jaune ou rouge, de plomb. Tout-à-coup ces oxides noircissent, et l'eau chargée d'hidrogène sulfuré perd son odeur et ses propriétés. J'ai conseillé, d'après cette action très-énergique, d'employer l'oxide de plomb rouge pour décomposer les eaux sulfureuses, et pour apprécier la quantité d'hidrogène sulfuré qu'elles contiennent, par l'examen du sulfure, ou peut-être de l'hidrosulfure de plomb qu'elles donnent avec cet oxide.

39. Le plomb est susceptible de s'unir à un grand nombre de substances métalliques. Juncker s'est contenté de dire que le plomb chauffé avec l'oxide d'arsenic se volatilisait en partie, et se fondait en partie en un verre de couleur d'hyacinthe. Wallerius, qui parle aussi de la vitrification colorée en hyacinthe dans une pareille combinaison faite avec l'arsenic métal, ajoute qu'une partie du plomb y retient la forme métallique, mais qu'il est devenu cassant et brillant dans sa fracture, et que l'oxide de plomb vitrifié prend, lorsqu'on le fond avec l'oxide d'arsenic, une couleur rouge. Ces faits, qui semblent avoir été oubliés de la plupart des auteurs systématiques modernes, dans les ouvrages desquels on trouve qu'il n'y a pas d'union connue entre ces deux métaux, prouvent cependant que l'arsenic se combine véritablement avec le plomb ; qu'il résulte de leur combinaison un alliage lamelleux et cassant ;

que le plomb partage avec l'arsenic en oxide une partie de son oxigène ; et que quand on unit ces deux métaux oxidés par la vitrification, il s'établit également entre eux un équilibre d'oxidation dont j'ai déja parlé plusieurs fois, et qui en change la couleur avec toutes leurs autres propriétés. La théorie de la science doit considérer cet effet, qui offre un grand nombre d'applications dans les arts du verrier, de l'émailleur, du porcelainier, du préparateur de couleur.

40. On n'a point parlé encore des combinaisons du plomb avec le tungstène, le molybdène, le chrôme, le titane, l'urane et le manganèse. Ces métaux si nouveaux encore, si peu connus dans la plupart de leurs rapports avec les autres, presque tous si difficiles à traiter, et sur-tout obtenus jusqu'ici en si petite quantité par les chimistes, n'ont presque point été alliés, soit entre eux, soit avec ceux qu'on possédait avant leur découverte. Il est cependant très-utile à leur propre étude d'examiner leurs alliages divers, puisqu'on a déja reconnu qu'un des principaux moyens d'assurer leurs différences, et de déterminer leurs caractères spécifiques, consistait dans leur union avec les autres matières métalliques. Dans la série peu nombreuse encore des faits recueillis sur leurs alliages, on ne s'est pas occupé de les allier avec le plomb, parce qu'on a cru n'avoir que peu d'utilité à retirer de cette espèce de combinaison.

41. Suivant Gellert, le cobalt n'a que peu d'attraction pour le plomb. En fondant ces deux métaux, à parties égales, dans un creuset, la masse refroidie se trouve séparée en deux culots, l'un, plus lourd, occupant la partie inférieure ; l'autre, plus léger, placé au dessus et un peu adhérent au premier. On croirait donc qu'il n'y a aucune union entre ces deux métaux : cependant, quand on traite le cobalt fondu auparavant avec du plomb, par le fer, qui a pour lui la plus forte attraction, il s'en sépare un peu de plomb au fond du creuset ; ce qui prouve que le cobalt en avait pris un peu dans

la première fonte. Le citoyen Baumé dit n'avoir point trouvé de plomb dans du cobalt traité avec ce métal. Ce dernier, suivant lui, n'enlève pas le soufre au cobalt : en coupellant parties égales de sulfure de cobalt et de plomb, le premier est resté en poudre noire sur la coupelle que le verre de plomb pur et sans couleur a pénétrée. Wallerius assure aussi que ces deux métaux ne contractent aucune union entre eux.

42. Cronstedt a trouvé que le nickel ne pouvait s'unir que difficilement au plomb, qu'il en résultait cependant un alliage d'un gris sale, peu brillant, lamelleux et fragile. Wasserberg reproche, à cet égard, au citoyen Baumé d'avoir dit que Cronstedt n'avait rien indiqué sur ces deux métaux à leur état métallique, et qu'il n'avait parlé que de leur vitrification réciproque. Mais l'examen des ouvrages du citoyen Baumé, et l'histoire comparée de la marche de la science parmi ceux qui l'ont cultivée depuis quarante ans, aurait facilement prouvé à Wasserberg que le chimiste français n'a presque toujours parlé que d'après ses propres essais ; qu'il se vante par-tout d'avoir plus travaillé que lui, et que c'est pour cela sans doute que tout ce qu'il n'a pas fait ou pu faire par lui même semble ne pas exister pour lui. Au reste, il est vrai, comme le remarque Wasserberg, que Cronstedt, dans son examen du nickel, a dit positivement qu'il s'unissait à tous les métaux, excepté au mercure et à l'argent.

43. Muschenbroëck a fait des expériences assez suivies sur l'alliage du plomb avec le bismuth. Il a vu que ce dernier donnait au plomb une fermeté et une ténacité remarquables lorsque les deux métaux étaient en quantité égale : une masse donnée de cet alliage, à parties égales, a soutenu un poids de 207 ; une pareille masse de l'alliage à trois parties de plomb et deux de bismuth en a supporté 290 ; celle de trois de bismuth et de deux de plomb, 147. Il en a conclu que le bismuth semblait faire fonction de gluten pour le plomb, dont il a fait adhérer plus fortement les molécules. Gellert

a eu dans cet alliage une pesanteur spécifique plus grande que la moyenne tirée de celle des deux métaux séparés. Wallerius le décrit d'une couleur grise foncée, un peu ductile à parties égales; et il observe que le bismuth se sépare, pendant son union avec le plomb, en scories plus abondantes encore qu'il ne le fait avec l'étain. Le citoyen Baumé a obtenu de parties égales de bismuth et de plomb un métal plus dur que celui-ci, assez malléable, imitant l'acier le plus pur par sa couleur. Une partie de plomb et deux de bismuth lui ont donné un alliage plus aigre, plus dur, formé de gros grains dans son tissu, et plus blanc que le précédent. Deux parties de plomb alliées à six parties de bismuth et une demi-partie d'antimoine lui ont fourni un métal très-dur, nullement compressible par le marteau, formé de petits grains serrés, et d'un blanc d'argent.

44. Les mêmes auteurs ont examiné l'alliage du plomb avec l'antimoine. Muschenbroëck a trouvé cet alliage d'une grande ténacité quand le plomb était uni à un huitième de son poids d'antimoine. Une masse de cet alliage a soutenu un poids de 260 livres, tandis qu'une pareille masse de plomb ou d'antimoine n'en aurait soutenu au plus que 30. Unis à parties égales, il n'y a presque pas de ténacité acquise, et le métal mixte est très-fragile. Muschenbroëck en conclut que, dans cette propriété, la nature observait ou plutôt avait établi un *minimum* et un *maximum* ou des limites constantes. Gellert s'est assuré que cet alliage est d'une pesanteur spécifique plus grande que celle donnée par le rapport des deux métaux unis. Wallerius a annoncé que, fait à parties égales, il était d'une couleur obscure et terne et fragile; le citoyen Baumé a dit qu'il était à facettes brillantes, et il a de plus décrit quelques autres alliages à doses différentes. Deux parties de plomb avec une partie d'antimoine lui ont fourni un métal cassant, terne, à petits grains, semblable à ceux du fer; quatre parties de plomb et une d'antimoine, un alliage un

peu plus ductile à gros grains ; quatre parties de plomb avec une demi-partie d'antimoine, un métal assez mou, à très-petits grains, comme l'acier, et en ayant la couleur. Le plomb a de plus, comme la plupart des autres, si l'on en excepte l'or et le platine, la propriété de séparer le soufre de l'antimoine, et de décomposer son sulfure : l'antimoine qu'on obtient ainsi retient un peu de plomb.

45. Le mercure s'unit au plomb avec beaucoup de facilité et dans toutes sortes de proportions. Le seul broiement du mercure avec le plomb en limaille fine suffit pour combiner ces deux corps. On y réussit encore bien mieux en versant le mercure chauffé dans du plomb fondu. On obtient ainsi une amalgame qui varie en solidité, suivant la proportion des deux métaux alliés. Elle est blanche, s'altère par le contact de l'air, donne des cristaux par un refroidissement bien ménagé, perd le mercure à un grand feu, et laisse séparer une poussière noirâtre d'oxide de plomb quand on la broie dans l'eau ; elle a de plus la singulière propriété de devenir très-liquide lorsqu'on la triture avec l'amalgame de bismuth. Ce phénomène a fait faire au citoyen Baumé des recherches sur la sophistication du mercure. Après avoir fondu dans un vase de fer parties égales de plomb et de bismuth, on y ajoute du mercure coulant et chaud en quantité suffisante pour égaler la moitié de toute la masse ; on agite ce mélange jusqu'à ce qu'il soit refroidi ; on obtient par là une amalgame fluide qui ne se fige point à l'air et par le repos, qui passe presque toute entière par la peau de chamois, comme le fait le mercure seul. Une partie du bismuth s'en sépare en poudre grise à la surface du mercure ; mais le plomb y reste intimement combiné. Le phénomène de cette liquidité n'est pas aussi difficile à concevoir que le citoyen Baumé l'a cru : il dépend de ce que, dans leur combinaison réciproque, le plomb, le bismuth et le mercure acquièrent une plus grande capacité pour le calorique qu'ils n'en avaient séparément ou unis deux à

deux, absorbent conséquemment plus de ce principe, et restent ainsi dans un état de liquidité qu'elles n'auraient point pris dans leur isolement. Cette sophistication du mercure est reconnaissable, parce que cet alliage est spécifiquement plus léger que le mercure; parce que, placé sur une assiette de faïence ou de porcelaine que l'on penche pour le faire couler, chaque globule de mercure laisse après lui un fil en s'aplatissant, au lieu de tomber arrondi ou sphérique. En chassant le mercure de cette amalgame par l'action du feu, le plomb que ce métal abandonne reste en oxide jaunâtre qui ne peut plus rester uni au métal liquide. Beaucoup de chimistes assurent que le mercure exposé dans un nouet de linge à la vapeur du plomb fondu, devient solide ou se fige; les plus exacts ont seulement observé qu'il y perdait une partie de sa liquidité.

46. Wallerius a décrit les propriétés de l'alliage du plomb avec le zinc à parties égales. Suivant lui, cet alliage est plus dur que le plomb, plus blanc, et sensiblement malléable. Le plomb est rendu volatil par le zinc, quand on unit dix ou douze parties de ce dernier avec une partie du premier; mais si le zinc est moins abondant, il se sépare du plomb. Plusieurs auteurs assurent encore qu'on fabrique avec le plomb et le zinc des balles qui ne s'écartent jamais de la direction qui leur est communiquée et qui frappent plus directement le but vers lequel on tire; mais ils ne donnent point les proportions de cet alliage particulier. Gellert a indiqué l'alliage du plomb et du zinc comme spécifiquement plus pesant que la moyenne des deux pesanteurs des métaux réunis ne le donne par le calcul. Muschenbroëck, d'après plusieurs essais d'alliage du plomb avec le zinc, a vu que le métal qui en résultait avait une très-forte ténacité et la plus grande dureté possible, lorsqu'il unissait huit parties du premier avec une du second. Les expériences du citoyen Baumé semblent démentir tous les faits annoncés par ces auteurs, puisque, suivant cet artiste,

parties égales de zinc et de plomb fondues dans un creuset ne se sont point unies ; le plomb était au-dessus du zinc sans avoir éprouvé aucun changement. Il a eu le même résultat en fondant deux parties de plomb avec une partie de zinc.

47. Le plomb s'unit à l'étain dans toutes les proportions. Muschenbroëck, qui a fait beaucoup d'expériences sur ce genre d'alliage dans un grand nombre de proportions différentes, a remarqué que le plomb augmentait beaucoup la fermeté ou la dureté de l'étain ; qu'un métal formé de trois ou quatre parties d'étain et d'une partie de plomb avait deux fois plus de dureté que l'étain pur, et que la meilleure proportion pour porter le plus loin possible la ténacité de l'étain, était de trois parties de ce dernier sur une de plomb. C'est ainsi, suivant lui, que le plomb qui sert à transporter le thé de la Chine en Europe contient un peu d'étain qui le durcit ; mais il faut observer qu'il entre du zinc ou du bismuth dans cet alliage chinois. Un quart d'étain allié au plomb empêche celui-ci de se vitrifier et de pénétrer la coupelle, suivant Juncker : cet alliage, traité par la coupellation, se boursoufle, s'élève en végétation, rougit vivement, s'enflamme, et laisse bientôt sur la coupelle un oxide dur et grenu qui est très-difficile à fondre. Deux parties de plomb et une partie d'étain forment un alliage plus fusible que les deux métaux ne le sont séparément : c'est la *soudure* commune, la *soudure des plombiers.*

48. L'alliage du plomb et de l'étain étant très-souvent employé dans les besoins de la vie, et le premier de ces métaux accompagnant toujours l'usage de cet alliage de dangers imminens pour les vaisseaux qui servent à la cuisine, à la pharmacie, il est très-important d'avoir des moyens de le reconnaître et de pouvoir s'assurer des proportions respectives de l'étain et du plomb, ce dernier sur-tout allant trop souvent au-delà de la quantité permise par de sages ordonnances de police. Les potiers d'étain ont plusieurs procédés pour reconnaître cette espèce de titre de l'étain, et consé-

quemment la quantité de plomb qu'il contient ; souvent ils s'en rapportent à la simple inspection : la couleur, la pesanteur et le cri de ce métal plié suffit à ces hommes exercés pour voir et juger l'étain dans ses divers alliages. Ils pratiquent aussi deux espèces d'essais : l'un, nommé *essai à la pierre*, se fait en coulant l'étain fondu dans une cavité hémisphérique terminée par une rigole et creusée sur une pierre de tonnerre, espèce de carbonate de chaux dur et à grain fin. Les phénomènes que l'étain présente en se refroidissant, la couleur, la rondeur, la dépression de sa partie moyenne, le cri que fait entendre la queue de l'essai pliée à plusieurs reprises, sont autant de signes que saisit le potier d'étain intelligent, et qui, à la faveur d'une longue observation, lui font connaître assez exactement le titre du métal qu'il traite. Cet essai est toutefois beaucoup moins exact et moins sûr que celui qu'on nomme *essai à la balle* ou *à la médaille*, qui, pratiqué dans les départemens, tandis que le précédent l'est à Paris, peut bien annoncer dans ceux qui l'emploient un peu moins d'habileté ou d'habitude que l'essai à la pierre, mais a au moins l'avantage de leur donner une connaissance plus certaine que ne le peut faire ce dernier. Cet essai à la balle consiste à couler l'étain dont on veut apprécier la qualité dans un moule qui lui donne la forme d'une balle ou d'une pièce aplatie semblable à une médaille. On compare ensuite la pesanteur de cet échantillon moulé à un pareil volume d'étain fin coulé dans le même moule. Plus l'étain qu'on examine a de poids au-dessus de celui de l'étalon, et plus il est allié de plomb. Il est évident qu'il vaudrait bien mieux prendre la pesanteur spécifique exactement et à la manière des physiciens, et que même avec cette précaution on n'aurait qu'une notion générale et imparfaite de la pureté ou de l'impureté de l'étain, sans pouvoir rien déterminer sur sa nature et son alliage, parce que plusieurs causes étrangères à la proportion des deux métaux peuvent influer sur la pesanteur spécifique de l'alliage.

49. Il n'y a qu'une analyse chimique qui puisse servir à acquérir une connaissance positive sur les proportions d'un alliage de plomb et d'étain. Bayen et Charlard ont donné un procédé aussi bon qu'il est simple et facile à pratiquer pour faire cette analyse. Ils ont proposé de traiter cent parties d'un étain suspect par près de trois cents parties d'acide nitrique bien pur, de laver l'oxide d'étain qui en provient avec plus de trente fois son poids d'eau distillée, et d'évaporer celle-ci mêlée à l'acide nitrique décanté d'abord de dessus l'oxide. Cette liqueur fournit du nitrate de plomb, si ce métal était contenu dans l'étain examiné : on calcine ce sel, et on compte l'oxide de plomb pesé pour la quantité de ce métal existant dans l'alliage, en en défalquant quelques centièmes, six à huit au plus, pour la quantité d'oxigène que le plomb a absorbée de l'acide nitrique. Ayant employé ce très-bon moyen sur diverses espèces d'étain ouvragé, ils ont reconnu que celui qui passe pour le meilleur et qui est vendu le plus cher, contient environ 0.10 de plomb ; que l'étain commun en contient 0.25. Cette dernière quantité de plomb dans l'étain doit faire courir les plus grands dangers à ceux qui usent des ustensiles de ce métal, et elle se rencontre malheureusement dans les vases les plus habituellement employés, telles les mesures de liquides, sur-tout celles à vin. Cet objet mérite l'attention des gouvernemens éclairés.

50. Le plus singulier et le plus remarquable peut-être de tous les alliages dont le plomb fait partie, c'est celui qu'on a nommé depuis long-temps alliage fusible, à cause de son étonnante fusibilité. En fondant ensemble huit parties de bismuth, cinq parties de plomb et trois d'étain, cet alliage, comme l'a découvert le citoyen Darcet, a la propriété de se fondre ou plutôt de rester liquide à la température de l'eau bouillante, de manière que, plongé dans ce liquide à 80 degrés de Réaumur, il coule au fond du vase qui le contient. Cet alliage cristallise par un refroidissement lent, et peut devenir extrêmement utile dans les arts.

G. *Action sur l'eau et sur les oxides.*

51. L'eau n'a point d'action immédiate sur le plomb, qui n'en sépare point l'oxigène et qui ne la décompose pas ; mais pour peu qu'elle soit aérée ou que les deux corps soient en même temps exposés à l'air, le plomb s'oxide promptement et facilement. En agitant ce métal dans un peu d'eau avec le contact de l'air, comme l'a fait M. Luzuriaga dans ses expériences sur cet objet, il se couvre bientôt d'une croûte blanche ou d'un oxide. Voilà quelle est la cause de cette ligne blanche qui se forme dans les réservoirs de plomb au bord de l'eau qui y est contenue, et au point même où ce métal touche à l'eau et à l'air. Mais bientôt cet effet se complique : le plomb oxidé absorbe l'acide carbonique atmosphérique ; il se forme du carbonate de plomb qui se dissout même dans l'eau, comme on le prouve en versant des hidrosulfures dans cette eau, qui prend une couleur noire par cette addition. On a sur-tout lieu de faire cette observation dans les cuves qui servent aux expériences de chimie, et il n'y a pas lieu de douter que le même phénomène se passe dans tous les réservoirs de plomb où l'on conserve de l'eau, puisqu'on trouve dans tous cette bordure saillante blanche et comme boursouflée qui ceint le lieu où l'eau s'élève dans ces vases. On voit donc que les canaux, et sur-tout les réservoirs de plomb où l'eau séjourne, sont très-dangereux dans les usages de la vie, et que, condamnés dans l'antiquité par Hippocrate, Galien et Vitruve, on doit croire aux observations de Vanswieten, de Tronchin, de Perceval, qui ont cité des exemples malheureux de familles entières empoisonnées par de l'eau qui avait séjourné dans des réservoirs de plomb. Les oxides de plomb ne sont pas dissolubles dans l'eau pure ; mais pour peu qu'elle soit aidée par quelques corps salins, par des alcalis ou des acides, elle s'en charge plus ou moins abondamment.

52. Il n'y a pas d'action entre le plomb et les oxides métalliques ; ce métal a trop peu d'attraction pour l'oxigène, et il en est trop peu avide pour pouvoir les décomposer. Seulement il partage quelquefois l'oxigène avec les autres oxides métalliques, et se met avec eux dans un état d'équilibre d'oxidation. C'est ce qui arrive très-souvent dans la préparation des émaux et des verres colorés. La plupart des métaux ont au contraire la propriété de décomposer les oxides de plomb, de leur enlever l'oxigène et de les réduire à l'état métallique, ou au moins de les rapprocher plus ou moins de cet état.

H. *Action des acides.*

53. Le plomb se comporte tout autrement que l'étain avec les acides. Il s'oxide beaucoup moins que lui par leur action ; il se combine beaucoup mieux avec les acides en général, et forme des dissolutions permanentes. L'acide sulfurique n'agit point à froid sur le plomb, ni même à une température qui ne fait point bouillir cet acide. C'est pour cela qu'on emploie du plomb pour garnir les chambres où l'on fait brûler du soufre dans la fabrication de l'acide sulfurique. Ce métal n'est que très-peu altéré par le contact de l'acide en vapeur, et il dure très-long-temps. Quand on fait chauffer de l'acide sulfurique concentré sur du plomb en limaille, jusqu'à porter l'acide à l'ébullition, il s'établit une effervescence, il se dégage du gaz acide sulfureux ; le plomb paraît être changé en un sulfate épais blanc, qui reste au fond de la liqueur, quand celle-ci était très-abondante, ou qu'on obtient sec si l'acide a été employé en quantité seulement suffisante pour agir sur le plomb. En lavant cette dernière masse blanche avec de l'eau distillée, celle-ci ne dissout qu'une petite portion de sulfate de plomb à la faveur d'un petit excès d'acide sulfurique. Ce lavage donne de petites aiguilles par l'évaporation. Le citoyen Monnet dit qu'on obtient ce

sulfate de plomb en prismes courts. Le citoyen Sage l'a décrit en prismes tétraèdres : on observera que ce sel dissous et cristallisé ne peut être obtenu qu'à l'aide d'un excès d'acide, et que c'est pour cela que plusieurs chimistes en ont nié l'existence. Jamais l'eau, en quelque quantité qu'on l'emploie, à moins qu'on n'y ajoute de l'acide sulfurique, ne peut dissoudre toute la masse blanche de sulfate de plomb, et c'est pour cela que ce sel est regardé généralement comme indissoluble, incristallisable, et peu décomposable. Il n'est presque pas altérable même à un grand feu, et on ne le décompose qu'avec le charbon. Chauffé seul, il ne donne jamais de soufre, mais seulement de l'acide sulfureux. Les terres alcalines et les alcalis le décomposent, et ils en séparent l'oxide de plomb pur, en absorbant l'acide sulfurique. L'oxide contenu dans le sulfate de plomb paraît être à 0.07 d'oxigène ; cent quarante-deux parties de ce sel répondent à cent parties de métal : ce qu'il est très-important de savoir pour les essais et pour les diverses recherches relatives aux combinaisons et aux différens états d'oxidation du plomb.

54. Le plomb n'agit point sur l'acide sulfureux, et on sait par ce qui vient d'être dit, qu'en effet ce métal ne dégage que de l'acide sulfureux, et jamais du soufre de l'acide sulfurique. L'acide sulfureux ne peut donc pas dissoudre le plomb ; mais il s'unit facilement à son oxide, et forme du sulfite de plomb avec lui, pourvu qu'il ne soit pas trop oxigéné. Voici ce que cette combinaison nous a présenté, au citoyen Vauquelin et à moi, dans nos recherches communes sur les combinaisons de cet acide avec les métaux. L'oxide rouge de plomb, mis en contact avec l'acide sulfureux liquide, blanchit bientôt ; cet acide perd son odeur, et il se forme une masse saline mêlée de sulfate et de sulfite de plomb. On n'obtient du sulfite seul qu'en traitant de l'oxide blanc de plomb, séparé du nitrate de ce métal par l'acide sulfureux. Le sulfite, ainsi préparé, est insipide et indissoluble. Au chalu-

meau, sur un charbon, il se fond, répand une légère flamme phosphorique, et devient d'un jaune pâle en refroidissant. Chauffé plus long-temps, il se réduit sur ses bords, ensuite bouillonne et passe tout entier à l'état métallique. Dans un vaisseau fermé, il donne de l'eau, de l'acide sulfureux, du soufre, et laisse du sulfate de plomb d'un jaune verdâtre. Les acides sulfurique et muriatique en dégagent l'acide sulfureux avec effervescence; l'acide nitrique ne le décompose pas : ce qui doit être, puisque l'acide sulfureux enlève, au contraire, l'oxide de plomb à l'acide nitrique; mais il le change en sulfate, et se dégage en vapeur rouge. Les alcalis lui enlèvent son acide sulfureux. Si au lieu de traiter l'oxide rouge par l'acide sulfureux, on le traite par le sulfite de soude en faisant rougir le mélange, l'oxide passe à l'état de métal, et le sulfite de soude passe à l'état de sulfate, mais avec excès de soude, parce que l'acide sulfurique formé sature moins de soude que l'acide sulfureux. Tout cela prouve que l'oxide rouge de plomb cède une portion de l'oxigène à l'acide sulfureux seul, et tout son oxigène à cet acide, quand celui-ci est uni à la potasse ou à la soude.

55. L'acide nitrique, un peu étendu d'eau, agit bien sur le plomb, l'oxide, le dissout tranquillement, en faisant une effervescence continue et égale. S'il est trop fort il le laisse en oxide sec. Mais cet oxide est également dissoluble dans l'acide nitrique faible. Cette dissolution ne se trouble pas par l'eau. Elle a une saveur d'abord sucrée, ensuite austère et âcre. Il se sépare, pendant cette dissolution, une poudre grise indissoluble, que Grosse avait prise pour du mercure, mais qui n'en contient véritablement pas, et dont la nature n'a pas été déterminée. En évaporant directement cette dissolution, elle donne ensuite, par le refroidissement, des cristaux réguliers en forme de triangles plats, dont les angles sont tronqués par une évaporation lente et spontanée; on en obtient des pyramides hexaèdres tronquées à trois faces, alternative-

ment larges et étroites, qui représentent assez bien un chapeau à trois cornes, et que Rouelle a bien décrites. Ces cristaux pétillent et décrépitent fortement sur les charbons ardens ; il exhale en même temps des étincelles très-brillantes. Boerhaave dit que cette décrépitation, dangereuse pour les assistans, a fait nommer ce sel *plomb fulminant* ou *saturne tonnant.* Il reste après cela un oxide de plomb jaune ou rougeâtre, qui se réduit en métal sur les charbons. Dans un vaisseau fermé il donne du gaz nitreux, du gaz oxigène, du gaz azote, et l'oxide de plomb se vitrifie. La dissolution du nitrate de plomb précipite un oxide blanc par les alcalis, noir et sulfuré par les sulfures et hidrosulfures. L'acide sulfurique et les sulfates la décomposent et y forment un précipité blanc, épais et indissoluble de sulfate de plomb. L'acide sulfureux la précipite également en sulfite de plomb.

56. L'action de l'acide nitrique sur les divers oxides de plomb mérite d'être connue avec soin. Avant les travaux de M. Proust et du citoyen Vauquelin, on ne savait autre chose sinon que ces oxides étaient dissolubles dans l'acide du nitre. On sait aujourd'hui que la différence des oxides en apporte une dans l'action de cet acide. L'oxide blanc et l'oxide jaune s'y dissolvent tranquillement, sans effervescence, sans résidu et sans changement sensible ni dans leur nature, ni dans celle de l'acide : mais il en est tout autrement de l'oxide rouge. Quand on verse sur celui-ci de l'acide nitrique à vingt-six ou trente degrés, il y a de la chaleur ; l'oxide blanchit, se dissout en grande partie, et il s'en sépare en même temps une portion de poudre noire insoluble. Cette poudre bien lavée, recueillie et séchée, pèse les 0.15 de l'oxide employé : quand on l'examine on la reconnaît pour un oxide de plomb brun, plus foncé que tous ceux dont il a été parlé, le plus chargé d'oxigène et le plus oxidé de tous ; on obtient encore plus facilement et plus abondamment cette espèce d'oxide par l'acide muriatique oxigéné, comme je le dirai bientôt.

Il faut expliquer seulement ici ce qui se passe dans l'action de l'acide nitrique. Environ les $\frac{6}{7}$ de l'oxide rouge se dissolvent dans cet acide ; mais comme leur état d'oxidation à 0.09 d'oxigène ne leur permet pas de se dissoudre, à mesure que l'excès de ce principe se sépare, il se porte sur le septième qui reste indissoluble et qui brunit : en sorte que la désoxidation des $\frac{6}{7}$ et la suroxidation de $\frac{1}{7}$ sont le produit de la double attraction de l'acide nitrique par l'oxide blanc, et de l'oxide rouge pour la portion d'oxigène propre à l'amener à l'état d'oxide brun. On voit par là pourquoi l'oxide blanc et l'oxide jaune se dissolvent dans l'acide nitrique sans former d'oxide brun.

57. L'acide muriatique agit, quoique faiblement, sur le plomb et l'oxide, lorsqu'on chauffe ces deux corps ; une partie de cet oxide nage dans la liqueur ; une autre s'y combine : celle-ci est peu abondante et ne se dissout qu'à l'aide de l'excès d'acide ; elle fournit des cristaux prismatiques brillans satinés et en aiguilles fines de muriate de plomb. Ce sel n'est pas déliquescent ; il se dissout dans l'eau ; il a une saveur douce austère ; il est décomposé par les alcalis qui en précipitent un oxide blanc. On unit plus directement et on sature mieux ces deux corps l'un avec l'autre, en prenant un oxide de plomb pour l'unir à l'acide muriatique, ou en versant cet acide, soit libre, soit engagé dans quelques bases alcalines ou terreuses, dans la dissolution de nitrate de plomb. Tout-à-coup il se fait un précipité blanc, épais, presque comme un coagulum, lourd, beaucoup plus abondant que celui que forme l'acide sulfurique, qui se rassemble promptement au fond de la liqueur. L'acide muriatique a donc plus d'attraction pour l'oxide de plomb que n'en a l'acide nitrique. Le muriate de plomb, ainsi formé, a une saveur douceâtre ; il se dissout dans trente fois son poids d'eau ; il se fond au feu avec une grande facilité ; il donne, lorsqu'il est fondu, une vapeur blanche qui, reçue dans la bouche,

y laisse long-temps une saveur sucrée, et qui se condense en poussière cristalline blanche sur les corps froids. Quand on a fondu ce sel, il est en une masse demi-vitreuse, brillante, d'un gris foncé ou brun, qu'on a nommée *plomb corné*, soit parce qu'il a une nuance assez semblable à celle de certaines cornes, soit parce qu'il ressemble au muriate d'argent, qui, après une fusion pareille, était appelé *argent corné*. Quand on a dissous le muriate de plomb dans l'eau, on l'obtient par l'évaporation en cristaux prismatiques subhexaèdres et striés. L'acide sulfurique, suivant la remarque de Grosse, précipite cette dissolution en sulfate de plomb indissoluble. Elle se comporte d'ailleurs comme les autres sels de plomb par les réactifs alcalins et sulfurés.

58. Quand on fait chauffer légèrement de l'oxide de plomb rouge avec l'acide muriatique, celui-ci passe en partie à l'état d'acide muriatique oxigéné, tandis que l'oxide désoxigéné s'unit à une autre portion de cet acide, et fait du muriate de plomb en poudre blanche : un excès d'acide redissout le muriate. Ainsi l'acide muriatique ne peut pas s'unir à l'oxide de plomb rouge sans le désoxigéner et le ramener à l'état d'oxide blanc. C'est pour cela que le plomb traité par ce gaz ou par l'acide muriatique oxigéné liquide ne passe qu'à l'état d'oxide blanc, et s'unit alors à l'acide muriatique désoxigéné par l'oxidation du métal. Le citoyen Fabroni a proposé de préparer ainsi l'acide muriatique oxigéné pour la restauration des estampes. On n'a cet acide par ce procédé qu'en n'employant que peu d'oxide rouge de plomb, et tant que l'acide suffit pour saturer cet oxide; car si on en force la dose, on obtient alors du muriate de plomb et une portion d'oxide brun. Ces effets annoncent *a*, que l'acide muriatique ne peut s'unir qu'à l'oxide blanc de plomb, et désoxide le rouge avant de s'y unir ; *b*, que cet acide a plus d'attraction pour l'oxide blanc que l'oxide rouge n'en a pour l'oxigène de l'acide muriatique oxigéné ; *c*, que tant qu'il y a

de l'acide muriatique libre pour agir sur l'oxide rouge de plomb, celui-ci n'éprouve aucune altération de la part de l'acide muriatique oxigéné qui se dégage et se volatilise.

59. L'acide muriatique oxigéné gazeux reçu dans de l'eau où l'on a mis de l'oxide de plomb blanc, jaune ou rouge, est absorbé, le noircit d'abord, ou plutôt le brunit et finit par le dissoudre. Il se forme ainsi du muriate suroxigéné de plomb qui reste en dissolution jaunâtre. Si l'on précipite cette dissolution par de la potasse ou de la soude, l'oxide de plomb se dépose avec une couleur rouge brune. On obtient le même muriate suroxigéné de plomb, précipitant en rouge brun par les alcalis, en versant l'acide muriatique oxigéné sur du nitrate de plomb, dans lequel il ne fait point d'abord de précipité, mais qu'il finit par faire déposer en poussière brune ou rouge. Une plus grande quantité le redissout. C'est à M. Proust que l'on doit la connaissance de ce sel, qui est fort différent du muriate de plomb ordinaire. Ce muriate suroxigéné noir, tant qu'il n'est pas dissous dans l'eau, n'est bien dissoluble qu'à l'aide d'un excès d'acide muriatique oxigéné. Tout oxide de plomb blanc mis en contact avec ce dernier acide acquiert une couleur rouge, et à la fin une couleur brune ou puce. Le muriate suroxigéné de plomb précipite en blanc par l'ammoniaque qui, en se décomposant en partie, décompose tout-à-coup l'oxide de plomb rouge, à mesure qu'elle le précipite. Le citoyen Vauquelin a fait un nouvel examen de cet oxide suroxigéné de plomb et de la manière de le préparer. Il résulte spécialement de ses recherches que sur cent parties d'oxide rouge de plomb, on obtient ainsi soixante-huit parties d'oxide brun, et qu'il se passe dans cette action réciproque un double effet qui tend également à augmenter la quantité de l'oxide brun. En effet, tandis que l'acide muriatique oxigéné cède son oxigène à une partie de l'oxide rouge, une autre portion de cet oxide en perd pour s'unir à la partie d'acide muriatique désoxigénée avec

laquelle il forme du muriate de plomb : cette seconde proportion d'oxigène séparée d'une partie de l'oxide se porte sur l'autre partie du même oxide, et c'est ainsi qu'on obtient 0.68 d'oxide brun par ce procédé, tandis que par l'acide nitrique on n'en obtient que 0.15.

60. L'oxide de plomb brun obtenu par l'un ou l'autre procédé cité a, suivant le même chimiste, des propriétés très-différentes de celles des autres oxides du même métal. Il est d'un brun foncé, brillant, velouté, semblable à la nuance que l'on nomme puce; au chalumeau, il jaunit et se fond; sur les charbons, il se réduit en bouillonnant; chauffé dans une cornue, il donne du gaz oxigène très-pur, et se réduit en verre de plomb; il donne le même gaz quand on le distille avec l'acide sulfurique, et se comporte à cet égard comme l'oxide de manganèse; insoluble dans l'acide nitrique, il se dissout dans le nitreux; le sucre, le miel le rendent dissoluble dans le premier. L'acide muriatique bouillonne sur-le-champ avec lui et passe à l'état d'acide oxigéné. Il décompose rapidement l'ammoniaque et forme de l'acide nitrique dans l'un des produits de cette décomposition. Il enflamme le soufre par le seule broiement, et lui fait jeter une lumière très-vive, mais sans détonation; il n'enflamme point le charbon. Enfin l'oxide puce de plomb s'unit facilement à l'huile d'olive, qu'il convertit en un emplâtre brun clair très-solide.

61. L'acide phosphorique liquide n'attaque que très-lentement le plomb et le convertit peu à peu en phosphate de plomb blanc et indissoluble. Mais les phosphates alcalins et dissolubles forment à l'instant même ce sel, lorsqu'on les unit au nitrate de plomb, et même à l'aide du feu au muriate de plomb, comme je le ferai voir bientôt. Il est vraisemblable que c'est par l'effet de ces doubles décompositions que se forme le phosphate de plomb solide, cristallisé, ou en dépôts, que l'on rencontre si fréquemment aujourd'hui dans les mines de ce métal. Ce phosphate, qui paraît devenir dissoluble par

un excès d'acide phosphorique, et même par d'autres acides, est fusible au feu, et se prend en polyèdres réguliers par le refroidissement. Il est décomposé par le charbon rouge, qui le change en phosphore et en plomb, tandis qu'il passe lui-même à l'état d'acide carbonique. Les acides sulfurique, nitrique et muriatique le décomposent par la voie humide, et fournissent un moyen d'en séparer l'acide phosphorique. Les carbonates alcalins le décomposent aussi par une double attraction.

62. On ne connaît que peu l'union de l'acide fluorique et de l'acide boracique avec le plomb. On sait seulement qu'on forme du fluate et du borate de plomb peu solubles, par l'effet des attractions électives solubles, en versant des fluates et des borates dissous dans la dissolution nitrique de plomb; que ces sels se précipitent alors en poudre blanche peu sapide, et qu'on les décompose par les acides sulfurique, nitrique et muriatique, qui ont plus d'attraction pour l'oxide de plomb que n'en ont les acides fluorique et boracique.

63. L'acide carbonique s'unit facilement à l'oxide de plomb: c'est ainsi qu'à mesure que ce métal se brûle par le contact de l'eau et de l'air, l'acide carbonique de l'atmosphère est peu à peu absorbé, et le fait passer à l'état de carbonate de plomb, qui paraît même être dissoluble dans l'eau à l'aide de l'acide carbonique. On opère cette même dissolution en chargeant de l'eau d'acide carbonique, et en la laissant ensuite séjourner sur de l'oxide de plomb. Cette eau se trouble bientôt et se noircit par le contact de l'hidrosulfure. Les sels de plomb solubles ou dissous, décomposés par les carbonates alcalins, donnent un précipité de carbonate de plomb: ce procédé est le meilleur de ceux qu'on peut employer pour obtenir ce sel. C'est par la réunion de pareilles circonstances que se forme vraisemblablement le carbonate de plomb, si abondant au sein de la terre, et qu'on trouve si souvent soit parmi les mines de ce métal, soit parmi celles de cuivre. L'eau l'a tenu en dissolution, puisqu'il se présente si fréquemment sous

la forme de cristaux, de dépôts, de stalactites, d'incrustations, et puisque quand on l'analyse on y trouve une petite quantité de ce liquide, comme le prouvent et sa décrépitation sur les charbons allumés, et sa distillation dans un appareil bien clos. Au feu, dans des vaisseaux fermés, il donne de l'acide carbonique et un oxide de plomb. Il se réduit facilement et promptement par le charbon : les acides le dissolvent avec une effervescence dont le produit est du gaz acide carbonique ; le sulfure ammoniacal et sa vapeur le noircissent tout-à-coup et le font promptement reconnaître.

64. Tous les acides métalliques s'unissent à l'oxide de plomb une fois formé, et n'ont aucune action, ou au moins n'en ont qu'une très-faible sur ce métal.

a. Suivant Schéele le plomb noircit quand on le fait digérer dans la dissolution d'acide arsenique, et se couvre d'une poussière blanche, sans que l'acide surnageant retienne de l'oxide du premier métal. Traité en limaille avec le double de son poids d'acide arsenique solide à la distillation, le mélange coule en masse transparente ; il s'élève un peu d'acide arsenieux, et il reste un verre laiteux, qui, lessivé, laisse précipiter beaucoup de poudre blanche, tandis qu'une portion d'acide arsenique se dissout. On voit donc ici le plomb enlever à une partie de l'acide arsenique une portion de son oxigène, et s'unir en oxide blanc à une autre partie de cet acide. Cet arseniate de plomb n'est pas dissoluble ; il paraît être fusible en verre blanc : on le forme en précipitant le nitrate et le muriate de plomb par l'acide arsenique, qui leur enlève l'oxide de plomb.

b. Le même chimiste a découvert que l'acide tunstique précipite et sépare l'oxide de plomb de la dissolution nitrique de ce métal, en un tunstate de plomb blanc indissoluble, et que l'acide molybdique décompose le nitrate et le muriate de plomb en formant un dépôt blanc, abondant, avec leurs dissolutions. Il a donc prouvé par là que les acides tunstique et molybdique

ont plus d'attraction pour l'oxide de plomb que n'en a l'acide nitrique ; que le molybdique en a même plus que le muriatique, et que le tunstate comme le molybdate de plomb sont indissolubles dans l'eau. On a vu plus haut que ce dernier sel existait dans la nature sous la forme de cristaux ou lames hexaèdres d'un jaune clair, dans ce qu'on nomme le plomb jaune de Bleyberg, et que ce sel natif avait été décomposé, à l'aide de l'acide muriatique, par M. Klaproth : ce qui semble contredire le fait annoncé par Schéele, de la décomposition du muriate de plomb par l'acide molybdique.

c. L'acide chromique, comme on l'a vu plus haut, a été découvert combiné avec l'oxide de plomb, par le citoyen Vauquelin, dans la mine de plomb rouge de Sibérie. Quand après avoir décomposé ce sel par les dissolutions de carbonate de potasse, de soude ou d'ammoniaque, car ces trois sels ont la même propriété à cet égard, on unit la dissolution de chromate alcalin avec une dissolution nitrique de plomb, on reforme tout-à-coup, à l'aide des attractions électives doubles, un nouveau chromate de plomb, présentant la couleur et toutes les autres propriétés de celui de la nature, excepté la cristallisation.

I. *Action sur les bases et les sels.*

65. Les terres et les alcalis n'ont aucune action sur le plomb : ces derniers cependant favorisent son oxidation par l'air, et sur-tout par l'eau aérée, en raison de l'attraction qu'ils tendent à exercer sur l'oxide de ce métal. Les terres, et spécialement la silice et l'alumine, s'unissent très-bien par l'action du feu avec l'oxide rouge de plomb, et il en résulte une vitrification jaune homogène, pesante, qu'on nomme verre de plomb, quand la proportion de l'oxide y est très-grande. C'est en raison de la forte vitrescibilité que l'oxide de plomb communique aux substances terreuses, qu'on le fait entrer dans la composition du verre, à la dose d'un sixième ou même

d'un cinquième des autres matières qui constituent la composition vitreuse. On n'employait autrefois cet oxide que pour la préparation des émaux et des couvertes des diverses poteries; mais les manufactures anglaises profitant des observations recueillies sur la belle fusion de ces mélanges, ont commencé à augmenter la dose de cet oxide dans les compositions de leurs verres; et à leur imitation il s'est établi dans beaucoup de pays, et sur-tout en France, un grand nombre de verreries où l'oxide de plomb est employé en grande quantité. Par cette addition, on obtient des verres promptement et complétement fondus, homogènes dans leurs pâtes, sans stries, sans bulles, sans bouillons et sans défauts. Ces verres sont lourds, glaceux, d'une teinte uniforme noire dans leur cassure, d'un blanc pur dans leur transparence, qui réfractent et dispersent fortement les rayons de la lumière, et qui produisent, lorsqu'ils sont taillés à facettes, ces belles couleurs variées de l'arc-en-ciel, ces iris si brillans qu'on admire dans les lustres et les lanternes qui en sont décorés. Mais le verre, si beau à l'œil, et si utile par son peu de cherté, a de grands inconvéniens pour les vaisseaux de chimie, et réagit souvent, par la grande quantité de plomb qu'il contient, sur les matières qu'on y traite. C'est aussi par cette combinaison avec l'oxide de plomb, par la densité et l'homogénéité qu'il communique à la masse vitrifiée, qu'on obtient le verre si utile à la fabrication des instrumens astronomiques, et sur-tout des lunettes achromatiques, qui est connu sous le nom de *flint-glass*, et dont la préparation n'est encore un problème que pour en fabriquer de grandes masses; car rien n'est plus commun que de petites portions de cette composition. Tout ce qui tient, au reste, à cette union de l'oxide de plomb avec les matières vitrifiées, est encore un sujet de belles et utiles recherches pour les chimistes.

66. Les terres alcalines et les alcalis s'unissent très-facilement à l'oxide de plomb. Le citoyen Berthollet a décrit en 1788 la combinaison de l'oxide de plomb avec la chaux. L'eau de

chaux, bouillie quelque temps sur de l'oxide de plomb demi-vitreux ou sur la *litharge*, dissout mieux cet oxide que le rouge. Cette dissolution, évaporée dans une cornue, donne de très-petits cristaux, transparens et irisés, pas plus solubles que la chaux. Les sulfates alcalins décomposent cette espèce de plombite de chaux, car on voit ici l'oxide de plomb faire fonction d'un acide faible; le gaz hidrogène sulfuré le décompose également; les acides sulfurique et muriatique en précipitent le plomb en sulfate et en muriate. Cette même dissolution noircit la laine, les ongles, les cheveux, le blanc d'œuf, et n'agit pas sur la couleur de la soie, de la peau, du jaune d'œuf. Le citoyen Berthollet observe encore que le simple mélange de l'oxide de plomb rouge et de la chaux qui le fait passer au blanc, noircit les matières animales; et comme on emploie ce mélange pour teindre les cheveux, il annonce avec raison qu'il est moins nuisible que les dissolutions d'argent dont on se sert souvent inconsidérément pour le même usage: il affaiblit cependant, dit-il, les substances animales, et c'est à la chaux que cet affaiblissement est dû, puisque la laine ne souffre pas plus du mélange d'oxide de plomb et de chaux que de l'action de la chaux seule.

Bergman avait observé, avant le citoyen Berthollet, que les alcalis fixes caustiques dissolvaient l'oxide de plomb; et c'est ce qu'on observe lorsqu'on précipite les dissolutions de ce métal par ces alcalis ajoutés en excès. Les chimistes auront donc à examiner les combinaisons de ces corps, et à déterminer pourquoi les alcalis caustiques favorisent la séparation de l'oxigène des oxides de plomb, comme ils le font à l'égard de plusieurs autres oxides métalliques, ainsi que je l'ai fait observer dans plusieurs des articles précédens.

67. Le plomb n'agit point sur les sulfates; il diffère beaucoup à cet égard de l'étain qui les décompose, et cela vient de sa moindre attraction pour l'oxigène. Il brûle lentement à l'aide des nitrates; et lorsqu'on jette sur du plomb fondu et un

peu rougi au feu, du nitre en poudre, il ne s'excite que peu de mouvement, il n'y a point de flamme apparente; lorsque l'action entre ces deux corps est terminée, on retrouve l'oxide en petits feuillets jaunâtres demi-vitrifiés, semblables à ceux de la litharge.

68. Il y a une action sensible entre les muriates et le plomb, et cette action a donné successivement naissance à diverses opérations de chimie, et à plusieurs produits des arts. On a observé depuis long-temps qu'une lame de plomb trempée dans de l'eau chargée de muriate de soude, s'altérait et se couvrait d'une croûte d'oxide blanc. On sait aussi que l'oxide de mercure rouge et la litharge blanchissent par le contact du muriate de soude humide ou même dissous dans l'eau : ce contact, aidé du temps et de l'agitation, forme un des procédés si recherchés par les chimistes modernes pour décomposer le sel marin et pour en séparer la soude. On a d'abord cru qu'on n'en décomposait par là qu'une partie, et qu'il ne se formait que peu de muriate de plomb ; que la décomposition était plus grande à l'aide de la chaleur, et que c'était ainsi qu'on préparait dans quelques manufactures un muriate de plomb jaune citron, très-brillant, fort employé dans la peinture, depuis quelques années, sous le nom de *jaune anglais*, servant spécialement aux voitures et aux papiers peints.

Ces apperçus ont été rectifiés ; et l'histoire de la décomposition du sel marin par les oxides de plomb a été entièrement éclaircie par les dernières expériences du citoyen Vauquelin. Voici le résultat de son travail sur cet objet : sept parties de *litharge* bien broyée et une partie de muriate de soude, mêlées ensemble, ont été arrosées avec la quantité d'eau nécessaire pour leur donner la consistance d'une bouillie liquide, et agitées pendant plusieurs heures pour faciliter leur action réciproque. L'oxide est devenu blanc en augmentant de volume, et le mélange, en absorbant l'eau, a pris une consistance

considérable : après y avoir ajouté de nouvelles quantités d'eau pendant quatre jours, on a délayé le tout dans sept à huit parties de ce liquide, et on a filtré; la liqueur, sensiblement alcaline, tenait un peu de muriate de plomb, et point de muriate de soude : évaporée au dixième de son volume, elle a donné des cristaux de carbonate de soude, rendus opaques par quelques traces de muriate de plomb. L'oxide de plomb, résidu de cette lessive, avait augmenté environ du 8e de son poids ; il a pris par une chaleur douce une belle couleur de citron, en perdant 0.025 ; il était indissoluble dans l'eau. La soude en a dissous une portion d'oxide, ainsi que l'acide nitrique faible. Ces dissolvans en ont séparé du muriate de plomb pur et cristallin, après lui avoir enlevé de l'oxide de plomb. Enfin, cette masse, résidu du traitement du sel marin par le plomb, s'est présentée avec tous les caractères d'un muriate de plomb contenant un excès d'oxide de ce métal.

Le citoyen Vauquelin conclut de ces expériences, *a.* que la litharge qui a servi à décomposer le sel marin, et qui le décompose en effet complétement quand elle est en quantité suffisante, est un muriate de plomb avec excès d'oxide ; *b.* que les alcalis caustiques ne décomposent pas ce sel, et ne font que le dissoudre ; *c.* que l'attraction du muriate de plomb pour un excès d'oxide de ce métal est la cause de la décomposition du muriate de soude par la *litharge; d.* que l'excès d'oxide donne au muriate de plomb la propriété de prendre la couleur jaune brillante par la chaleur, propriété que n'a point le muriate de plomb simple ; *e.* que le même excès de plomb le rend insoluble dans l'eau ; *f.* que cet excès peut être enlevé au sel par l'acide nitrique, qui le réduit à l'état de muriate de plomb ordinaire. Il confirme encore ces inductions utiles en prouvant que la soude caustique ne décompose le muriate de plomb commun qu'en le portant à l'état de muriate avec excès d'oxide, si reconnaissable à sa forme pulvérulente, à la couleur jaune que le feu lui communique, à sa

décomposition par l'acide nitrique qui le change en nitrate de plomb et en muriate de plomb simple. Il est donc prouvé que l'oxide de plomb décompose le muriate de soude par une attraction double, celle de cet oxide pour l'acide muriatique, et celle du muriate de plomb pour un excès d'oxide; que cela nécessite une grande quantité de ce dernier pour la décomposition; que les $\frac{5}{6}$ au moins sont employés à former le muriate avec excès d'oxide; que la litharge décompose complétement le sel marin quand elle est en quantité suffisante, tandis que la soude ne décompose jamais le muriate de plomb complétement, et ne fait que le réduire à l'état de muriate avec excès d'oxide, tandis que le carbonate de soude décompose en entier le même sel.

Au reste, le même chimiste a trouvé qu'il y avait de même un sulfate et un nitrate de plomb avec excès d'oxide, et probablement que tous les sels de plomb présentent la même propriété de pouvoir être doubles dans leur proportion; qu'en décomposant le sulfate et le nitrate de plomb par les alcalis, et sur-tout par l'ammoniaque, on en sépare non un oxide, mais un véritable sel avec excès d'oxide. Il soupçonne que la chaux décompose le muriate de soude par le même mécanisme de sursaturation du muriate de chaux dans sa base, et de la surabondance de la chaux; ce qui s'accorde avec ce que j'ai annoncé il y a long-temps sur le résidu de la décomposition du sel ammoniac par la chaux, en l'indiquant comme un muriate calcaire avec excès de base.

La décomposition du muriate ammoniacal par le plomb, et sur-tout par son oxide, est connue depuis long-temps dans les laboratoires de chimie. Les oxides de ce métal, triturés avec le sel dans un mortier et à froid, en dégagent de l'ammoniaque très-sensible par l'odeur vive qui se dégage tout-à-coup. En distillant un mélange d'une partie d'oxide de plomb rouge et de deux parties de muriate d'ammoniaque dans une cornue, on obtient de l'ammoniaque très-pur et très-caustique.

Si le minium a resté long-temps à l'air, il donne un peu de carbonate d'ammoniaque dans cette opération : si l'on emploie du carbonate de plomb natif ou artificiel, on obtient du carbonate ammoniacal cristallisé et sublimé. Le résidu de ces distillations est du muriate de plomb qui ne diffère pas de celui qui est préparé par les procédés indiqués ci-dessus. On employait beaucoup autrefois ce résidu de la décomposition du muriate d'ammoniaque par l'oxide de plomb, on lui attribuait des vertus particulières; il n'a point de différence d'avec le muriate de plomb ordinaire, et ce n'est que comme tel qu'il sert aux diverses opérations où on l'emploie.

69. Le muriate suroxigéné de potasse brûle le plomb avec beaucoup plus d'activité que le nitrate de potasse. Le mélange de trois parties de sel et d'une partie de plomb fulmine par le choc du marteau, et présente une flamme vive. Quand on approche de ce mélange un corps enflammé, il s'allume quoiqu'avec peu d'énergie, et l'on obtient ainsi un oxide de plomb blanc et pur, dont on peut séparer le muriate de potasse par le moyen de l'eau. Les phosphates, les fluates, les borates et les carbonates n'éprouvent aucune altération de la part du plomb, et ne lui en font pas éprouver davantage; on les combine cependant avec les oxides de ce métal par la fusion au chalumeau, et l'on obtient des verres jaunâtres, ou gris opaques, ou transparens.

K. *Usages.*

70. Aucun métal n'est plus employé que le plomb, et malheureusement aucun n'est plus dangereux que lui pour l'économie animale. Les réservoirs, les tuyaux, les vases où l'on conserve ou que traverse l'eau, sont des ennemis qui menacent sans cesse notre santé. De fâcheux exemples ont prouvé que l'usage de ce métal, dans les besoins de la vie, est souvent accompagné de coliques, de jaunisse, de maladies

du foie, de paralysie et d'autres affections d'autant plus fâcheuses que la cause en est souvent plus cachée ou moins soupçonnée. Il serait donc très-sage de proscrire ce métal au moins des usages économiques, dans lesquels il n'est cependant que trop souvent adopté.

71. Les effets délétères qu'il produit chez l'homme et chez les animaux doivent le faire ranger parmi les corps narcotiques ou assoupissans : voilà pourquoi le terme ou la fin de son action vénéneuse est la paralysie, qu'on ne guérit que par des remèdes ou des moyens toniques, excitans, fortifians, et sur-tout par l'électricité, comme on calme les douleurs vives et profondes, l'espèce particulière de colique caractérisée par le vomissement et la rétraction du nombril qu'il occasionne, par des évacuans puissans, tels que les antimoniaux. Il faut rappeler ici que le plomb fait naître les maladies dont on vient de parler, soit lorsqu'il exhale, pendant sa fusion, une vapeur qu'on respire avec l'air, soit par la poussière de ce métal répandue dans l'atmosphère, soit par les molécules que les huiles de peinture entraînent avec elles en séchant, soit enfin par celles que l'eau qui y séjourne en dissout, sur-tout à l'aide de l'acide carbonique. Quels maux affreux ne devait-on pas avoir à redouter, lorsque le vin séjournait dans des vaisseaux de plomb, lorsque coulant à travers une table de ce métal recouvrant les comptoirs dont on se servait autrefois dans les boutiques des marchands de vin, cette liqueur, toujours aigre et très-propre à le dissoudre, se creusait des sillons bien reconnaissables sur les tables, et prenait une douceur perfide en dissolvant ce métal ; lorsqu'on mesurait le vinaigre dans des vases de plomb ! c'est alors qu'on risquait sans cesse d'être empoisonné. L'étain qui contient trop de plomb est aussi nuisible, sur-tout lorsqu'on y enferme ou qu'on y laisse séjourner des liqueurs acides et dissolvantes.

72. Il est difficile de concevoir, d'après cela, quelle impru-

dence ont causée et quel mal ont pu faire ceux des médecins qui ont osé proposer l'usage interne des préparations de plomb dans plusieurs maladies. Les médecins éclairés ne le prescrivent jamais à l'intérieur, et ne l'administrent qu'en topique et comme calmant, anti-inflammatoire, répercussif dans les maladies externes. Ils sont même très-circonspects dans l'administration extérieure de ce médicament; et ils savent qu'en l'employant dans les maladies de la peau qui consistent en boutons ou éruptions quelconques, il est souvent dangereux de guérir ou de refouler dans l'intérieur l'humeur qui s'y porte. Les hommes sans talens et sans lumières, qui prescrivent les applications externes du plomb dans ces maladies, portent la plus terrible atteinte à la sûreté publique; et les véritables médecins sont souvent appelés pour guérir ou calmer les maux produits par l'impéritie et l'audace de pareils hommes. L'expérience et le raisonnement ont prouvé que les préparations sulfureuses sont les plus sûrs moyens de remédier à ces affections.

73. Dans les arts, le plomb est bien plus utile, et n'a pas les terribles inconvéniens qui suivent son usage dans les besoins de la vie. Les couvertures des édifices, les tuyaux de conduite pour les eaux pluviales, les cuves, les réservoirs pour contenir différens bains de teinture, etc., sont les principaux services qu'il rend à la société. On en garnit les chambres où l'on brûle le soufre pour fabriquer l'acide sulfurique. On enduit de ce métal les boîtes où l'on conserve le thé, le tabac, etc. pour prévenir leur desséchement et les entretenir frais, humides et odorans. Il sert à faire des balles pour l'artillerie.

74. Il est lui-même le sujet employé et modifié de plusieurs manières différentes dans les manufactures. On en prépare, comme je le dirai ailleurs, le blanc de plomb, la céruse, un acétite nommé *sel* ou *sucre de saturne*; on en fait l'oxide rouge ou minium, l'oxide jaune demi-vitrifié ou la litharge:

servent à la verrerie, aux émaux, aux couvertes des porcelaines, des faïences, des poteries, à la préparation des verres colorés, des fausses pierres précieuses. Ils sont employés à l'extraction de la soude, à la fabrication de plusieurs couleurs, et sur-tout de jaunes variés. On le mêle à plusieurs autres oxides pour les rendre vitrifiables ou modifier leurs couleurs.

75. Enfin, c'est un des corps dont les chimistes ont le plus grand besoin dans leurs expériences. Outre les ustensiles qu'il sert à fabriquer, tels que des poids, des cornues, des tubes, des capsules à évaporation lente, des garnitures de cuves pneumato-chimiques, il est employé comme sujet perpétuel d'expériences et de recherches; ses oxides servent d'intermède pour les vitrifications, les dissolutions de réactifs; ses alliages, d'instrumens avantageux; ses attractions deviennent encore des moyens de décompositions et de combinaisons variées.

ARTICLE XVIII.

Du fer.

A. *Histoire.*

1. Le fer, regardé naguère encore par les chimistes comme un métal ignoble et vil, est cependant, de toutes les substances métalliques, la plus importante et la plus utile. Sans lui il n'existerait aucun art; l'homme serait resté dans l'état sauvage, et il aurait disputé sa nourriture corps à corps aux animaux; sans lui il n'y aurait point d'agriculture, et la terre n'obéirait point au soc qui la déchire; sans lui tous les

métaux eux-mêmes seraient nuls pour nous, puisque c'est du fer qu'ils reçoivent leurs formes et leurs dimensions variées. A lui seul il représente presque tous les autres métaux ; il peut en tenir lieu, et aucun métal ne peut le remplacer : si la rareté, le brillant et le peu de destructibilité placent l'or et l'argent avant lui, les services que le fer rend à la société doivent lui concilier plus d'estime auprès des hommes habitués à exercer leur esprit. Il ne brille point, à la vérité, d'un éclat aussi vif ; la nature ne l'a point décoré d'une couleur aussi belle, mais elle lui a donné des propriétés intimes beaucoup plus précieuses : on pourrait même se passer de presque tous les autres métaux ; le fer est, au contraire, indispensable et nécessaire ; la condition humaine serait véritablement misérable sans ce métal, comme le prouve l'histoire de ces peuples chez lesquels l'art de le travailler n'est pas parvenu encore, et qui cèdent avec joie l'or dont leur sol est enrichi, pour des morceaux de fer que des nations plus heureuses et plus policées leur apportent en échange.

2. Aussi le philosophe, en étudiant la marche de l'esprit humain, et en comparant le sort et l'état des nations diverses qui couvrent les différens points du globe, remarque-t-il que le travail du fer semble être la mesure de leur intelligence, de l'avancement de la raison chez elles, et du degré de perfection où les arts y sont parvenus. Considéré sous ce point de vue, et comme donnant aux hommes, par la variété même de ses usages et par les besoins nombreux qu'il satisfait, des jouissances qui leur seraient inconnues sans ces produits de leur industrie, le fer contribue singulièrement à étendre leurs idées, à multiplier leurs connaissances, et à faire marcher leur esprit vers cette perfectibilité que la nature lui a donnée autant comme caractère de l'espèce humaine, que comme source de tous les biens dont elle peut jouir. C'est le fer qui fait le premier instrument des machines, le plus utile mobile de la mécanique. Dans les mains de

l'homme il domine, pour ainsi dire, et maîtrise tous les corps ; on le voit obéir successivement à sa puissance, et changer de forme et de propriétés par l'influence perpétuelle qu'il exerce sur eux. En un mot il est l'ame de tous les arts, la source de presque tous les biens ; et la perfection de son travail est par-tout le terme de l'intelligence, comme le type du bonheur et du bien-être dont l'homme peut jouir sur la terre. Il semble que la nature ait attaché d'une manière particulière le sort de l'humanité aux nombreuses propriétés du fer, en l'offrant dans presque tous les lieux, répandu avec une grande profusion, presque toujours à la surface du globe, facile à reconnaître, à trouver, et non caché dans ses entrailles, comme le sont plus ou moins profondément la plupart des autres substances métalliques. Si les poètes ont caractérisé la première époque de la corruption et de la misère de l'homme par le nom de siècle de fer, les philosophes ont vu, au contraire, l'époque où ce métal a été travaillé comme un véritable renouvellement de l'espèce humaine : pour eux, les biens sans nombre que ce travail lui a procurés l'emportent beaucoup sur la difficulté et la dureté même des travaux nécessaires pour se le procurer.

3. Quoique mille faits de l'histoire prouvent que les anciens n'ont pas su travailler le fer comme les peuples modernes, les historiens de la chimie ont placé le berceau de leur science chez les premiers forgerons, dont ils ont admis l'existence presque aux premiers âges du monde. On croit communément, dans les annales politiques des peuples, que les anciens se servaient beaucoup plus du cuivre que du fer, parce que les traces de leur existence et les débris enfouis de leur industrie, comme les monumens littéraires de leurs usages, nous montrent en cuivre la plupart des instrumens et des ustensiles qu'on fabrique en fer dans les temps modernes. Mais on n'a point assez compté, dans cette appréciation des arts anciens, sur la destructibilité si facile du fer,

comparée à l'indestructibilité ou au moins à la durabilité beaucoup plus grande du cuivre et de ses alliages. Sans doute les Grecs et les Romains employaient beaucoup moins souvent le fer que le cuivre dans la plupart des circonstances de la vie ; on le prouve par les meubles de tous les genres que les recherches et les fouilles faites dans le sol des lieux qu'ils ont habités nous font découvrir chaque jour. Mais si la rouille, en détruisant leurs ustensiles et leurs machines de fer, et en respectant ceux d'airain ou de cuivre, semble laisser tout l'avantage aux derniers sur les premiers, trop de passages dans les écrits de leurs historiens, de leurs poètes, de leurs orateurs et de leurs philosophes parvenus jusqu'à nous, prouvent qu'ils ont su travailler le fer, lui donner des états et des formes variés, pour que nous doutions du degré d'avancement où ils s'étaient élevés dans ce genre. Les combats, si fréquens et si meurtriers où le fer armait leurs bras, en seraient seuls une preuve sans réplique, quand même une foule de monumens ne nous la fournirait pas.

4. Les alchimistes ont qualifié le fer du nom de Mars, en le consacrant au Dieu de la guerre dont il a toujours servi les fureurs, et égalé, en quelque sorte, la dureté. Son signe caractéristique, comme celui de la planète, était un cercle surmonté du signe prolongé de l'âcre ou du corrosif, ou d'une espèce de fer de flèche penché à droite. Les alchimistes voulaient dire par là qu'avec l'annonce de l'or qu'ils croyaient y être contenu, mais profondément caché, le fer portait avec lui une âcreté qui y était, en quelque manière, surabondante, très-prononcée, dominante : aussi était-ce cette qualité qui se présentait la première dans ce signe, et qui y jouait le principal rôle. De la dénomination de Mars donnée au fer devait découler naturellement celle de *martiales*, qui a été successivement attribuée aux préparations nombreuses qu'on a faites avec ce métal. Il n'en est pas, en effet, qu'on ait plus tourmenté par les agens chimiques, qu'on ait

soumis à plus d'expériences et de recherches ; et la liste des composés ferrugineux et des formes variées qu'on a su lui faire prendre pour l'approprier aux maladies, serait aussi longue que fastidieuse, et déplacée dans l'état actuel de la science. Les adeptes avaient même fondé beaucoup plus d'espérances et conçu des projets bien plus ambitieux sur les propriétés médicinales, et même sur la médecine universelle, tirées du fer, que les alchimistes n'en avaient par rapport à leur fol et chimérique espoir de le faire servir à la découverte du *grand œuvre* ou de la pierre philosophale. Si les prétentions des uns et des autres ont été également trompées, comme il était facile de le présumer, leurs laborieuses recherches n'ont point été sans fruit et sans avantage pour la chimie. Ici sur-tout, en ne trouvant jamais ce qu'ils ont tant cherché, ils ont trouvé souvent ce qu'ils ne cherchaient pas ; et tout éloignés qu'ils ont été du but de leurs travaux, ils se sont rapprochés de celui des vrais philosophes, des véritables savans.

5. Les auteurs systématiques de chimie ont profité de ces efforts si pénibles ; ils ont rapproché les découvertes échappées en quelque manière des mains des alchimistes et des adeptes ; ils ont recueilli et comparé les faits que ceux-ci avaient si laborieusement observés ; ils en ont tiré des résultats généraux sur les propriétés du fer ; ils les ont réunis méthodiquement, et ils en ont composé un système régulier, en y ajoutant les observations également nombreuses et utiles des minéralogistes, des docimastiques et des métallurgistes, qui, de leur côté, ont aussi singulièrement multiplié les travaux sur les différens états de ce métal, sur ses combinaisons naturelles, sur les moyens de l'en séparer, de l'obtenir pur, ou de lui donner les propriétés si variées qui rendent son histoire si remarquable, ainsi que ses usages si importans. Voilà comment se sont formées ces immenses collections de faits que comprend l'étude du fer, et qu'on trouve réunis ou rapprochés dans plusieurs

ouvrages écrits *ex professo* sur ce métal ; car il n'en est aucun qui ait eu plus d'auteurs monographes, tels que Swedenborg, Bouchu et Courtivron, Réaumur, Rinman, Bergman, et une foule d'autres qu'il serait inutile de nommer ici.

6. A toutes les époques de la science chimique, et dans les diverses révolutions qu'elle a éprouvées, le fer a été l'objet spécial de travaux plus ou moins complets, et le sujet de découvertes plus ou moins précieuses. Lié de même aux principaux et aux plus grands événemens de la physique, il a joué encore le rôle le plus important dans la découverte de la boussole, et conséquemment de la navigation. Il est le seul métal qu'on a cru fabriquer de toutes pièces, et composer immédiatement par l'union de la terre et du feu. Trouvé dans chaque analyse exacte, à quelque classe de corps qu'elle ait appartenue, et marqué de toutes les couleurs possibles par les procédés de l'art chimique, on l'a regardé comme un des principes primitifs et nécessaires des corps ; on l'a vu comme la partie colorante des pierres, depuis les plus précieuses jusqu'aux plus communes, comme nuançant toutes les couleurs sombres ou éclatantes des fleurs et des matières végétales, comme teignant de sa pourpre riche et brillante le sang des animaux. Non contens de le caractériser par sa propriété exclusive d'être susceptible du magnétisme, d'être le réservoir du fluide auquel on attribue cette force, et d'animer ainsi en quelque manière les minéraux, quoiqu'il soit bien reconnu aujourd'hui que le cobalt et le nickel partagent avec lui cette étonnante propriété, les physiciens ont suivi et reconnu le fer dans les filières des plantes ; ils l'ont retrouvé dans leurs cendres ; ils l'ont désigné comme la cause de leur coloration : et en le montrant également dans le tissu des matières animales, ils ont été jusqu'à lui attribuer en tout ou en partie l'existence de cette puissance active et toujours incompréhensible qui entretient la vie des animaux ; et si les expériences neuves et délicates de Schéele ne nous avaient pas appris que le manganèse qui l'accom-

pagne presque toujours, partage encore ici cette propriété avec lui, il aurait été permis de dire, non-seulement comme le dit le citoyen Haüy en parlant des minéraux, que lorsque la nature prenait le pinceau, c'était toujours le fer qui garnissait sa palette, mais encore que lorsqu'elle voulait peindre les plantes, leur donner ces tons si variés qui attirent nos regards, et même échauffer et mouvoir les organes des animaux, le fer était toujours l'agent, l'instrument, le mobile que la nature chargeait de ces fonctions importantes.

7. Le nombre des chimistes qui ont fait des découvertes sur le fer, ou qui en ont examiné successivement les propriétés et les combinaisons, est si considérable, qu'il serait impossible de les présenter ici; et que quand on voudrait se livrer à cette longue énumération, il n'en résulterait aucun avantage réel. Il est bien plus essentiel de savoir en général que presque tous les chimistes ont ajouté, les uns après les autres, quelques faits à son histoire; et qu'il n'en est presqu'aucun qui, depuis la fin du siècle dernier, n'ait eu occasion, dans la suite de ses travaux, de voir quelque chose de nouveau ou de particulier sur ce métal; que parmi ces hommes laborieux, il faut sur-tout distinguer Lemery, Stahl, Geoffroy, Hellot, Macquer, Monnet, Baumé, Bayen, Schéele, Bergman et Rinman, qui ont fait les travaux les plus considérables, les recherches les plus suivies, ou les découvertes les plus précieuses sur le fer; que lors de la naissance de la doctrine pneumatique, Lavoisier et le citoyen Berthollet ont lié, par des rapprochemens ingénieux, autant que par des expériences exactes, tous les faits anciennement connus aux bases de la théorie moderne; que ces faits ont servi aux chimistes français de preuves encore plus fortes et plus convaincantes de leur doctrine; que toutes les découvertes qui ont été faites depuis et sur-tout celles des citoyens Monge, Vandermonde et Berthollet, sur les principaux états du fer, et sur la substance nommée jusqu'à eux plombagine, ainsi que celles de M. Ingenhousz sur la

combustion du fer dans le gaz oxigène, de M. Vanmarum sur son inflammation par l'étincelle foudroyante de l'électricité; du citoyen Delarbre sur le fer de Volvic, du citoyen Vauquelin sur celui de l'isle d'Elbe, etc., ont encore ajouté à l'évidence, et à la solidité des preuves déja accumulées sur la vérité de cette doctrine; et qu'enfin, comme on le verra dans tout cet article, l'histoire du fer a beaucoup gagné de clarté, de précision et d'assurance, par les applications exactes qu'on en peut faire sans cesse à la théorie pneumatique.

8. Ce qui distingue le plus le fer de toutes les autres substances métalliques; ce qui rend son histoire même littéraire, plus longue et souvent plus embarrassée; ce qui semble même quelquefois présenter dans la composition des faits qui lui appartiennent des contradictions ou des oppositions difficiles à concilier au premier abord, c'est que ce métal peut être et se trouve souvent dans plusieurs états très-différens les uns des autres; c'est que, dans chacun de ses états, il semble être très-différent de lui-même, présenter des propriétés disparates, et jouer le rôle de plusieurs substances métalliques diverses. Aussi Bergman, un des chimistes qui a le plus envisagé la science en philosophe, a-t-il douté, après un examen approfondi, si on ne devait pas le regarder comme faisant à lui seul plusieurs métaux plus différens même entre eux, que ne le sont quelques-uns de ceux que l'on distingue le plus généralement, et si sous ce point de vue le cobalt, le nickel et le platine n'étaient pas mêmes des espèces de fer. Tout le monde sait qu'on distingue, par leurs propriétés comme par leurs usages, la fonte ou le fer coulé, le fer proprement dit ou le fer forgé, enfin l'acier. Dans chacun de ces trois états, le fer présente encore un grand nombre de variétés, qui diffèrent plus ou moins entre elles par plusieurs de leurs qualités comparées. Voilà pourquoi le fer, qui dans tous les états, varie par sa couleur, son tissu, sa dureté, sa ténacité, sa ductilité, sa pesanteur, remplit tant de fonctions

différentes dans les arts, et tient lieu de beaucoup de substances métalliques différentes. Mais, malgré ses nombreuses variétés, il est bien reconnu aujourd'hui qu'il n'y a qu'une espèce de fer ; que lorsqu'il est bien pur, il est toujours le même ; que dans ses divers états, il est combiné ou allié à plusieurs substances différentes ; qu'il faut regarder ces états ou ces modifications comme des composés particuliers, les examiner au rang qu'ils doivent occuper dans l'ordre de leur composition. Ainsi je traiterai du fer proprement dit, du fer pur doux et ductile dans cet article ; et les variétés de fer cassant à chaud et à froid, de diverses fontes, de divers aciers, seront traitées dans son histoire comme de véritables combinaisons qui s'offriront d'elles-mêmes à mon examen, dans la série méthodique des faits dont cette histoire sera composée.

B. *Propriétés physiques.*

9. Le fer a un brillant métallique qui lui est particulier. Quand on veut décrire sa couleur on est obligé de dire qu'elle est blanche, un peu livide, tirant sur le gris et sur le bleu. Dans son tissu, on le trouve formé de petits filets fibreux ou de petits grains et de petites lames très-serrées. Tillet dit cependant qu'au microscope, on y voit un grand nombre de pores ou de petites cavités, plus sensibles que dans le cuivre. Il paraît que son tissu intérieur visible par sa cassure plus ou moins fibreuse, grenue ou lamelleuse, dépend beaucoup du mode de son refroidissement, de la pression qu'il a éprouvée, de la manière dont il a été traité, de la chaleur à laquelle il a été forgé ou frappé, comme on va le voir d'ailleurs dans l'examen de toutes ses autres propriétés physiques qu'on trouve également variables dans des termes plus ou moins étendus.

10. La pesanteur du fer, dont le terme moyen est en général 7.600, varie en effet entre de certaines limites, comme on le voit en consultant les résultats donnés par Muschen-

broëck, Swedenborg, Brisson, et plusieurs autres physiciens. On trouve dans ces résultats nombreux, depuis 7.600 jusqu'à 7.895, et même 8.166; il est placé immédiatement après l'étain. La dureté de ce métal est la plus forte connue parmi les substances de cet ordre; aussi les auteurs lui attribuent-ils le premier rang par cette propriété. On s'en sert, en raison de sa dureté, pour user, tailler, couper, sculpter et limer la plupart des corps naturels, les pierres, les bois, et sur-tout les autres métaux. Il est aussi le plus élastique des métaux; aussi est-il préféré à tous pour la fabrication des ressorts de tous genres, et il semble même donner le type et le premier terme de cette propriété.

11. La ductilité du fer est aussi très-considérable; mais elle est en quelque sorte d'un genre particulier, ou plutôt elle est limitée par son excessive dureté ou par la cohésion de ses molécules. Quoique celles-ci aient bien plus de consistance que celles de la plupart des substances métalliques, on ne peut pas en faire des lames aussi minces qu'on en fabrique avec plusieurs de ces dernières; il y a loin en effet de la plus petite épaisseur des tôles les plus faibles aux feuilles de plomb et d'étain. Aussi ne donne-t-on communément au fer que le quatrième rang parmi les métaux pour sa ductilité, et en lui accordant même cette place on compare sa ductilité à la filière, à sa malléabilité. Celle-ci étant très-bornée à cause de sa fermeté, la première va beaucoup plus loin. On sait qu'on fait des fils de fer très-fins, et presque aussi tenus que des cheveux, puisqu'on en a fabriqué des perruques; on sait encore qu'un fil de ce métal, d'un dixième de pouce de diamètre, supporte un poids de quatre cent cinquante livres avant de se rompre, ce qu'un autre métal ne peut faire, même le cuivre et le platine, qui s'en rapprochent le plus. Muschenbroëck, en examinant un parallélipipède de fer d'un dixième de pouce de diamètre, a été obligé d'employer, pour le rompre, une force de sept cent quarante livres; et il remarque, à cette occa-

sion, qu'un pareil morceau de fer, forgé avec des clous de maréchal qui étaient restés quelque temps enfermés dans l'ongle d'un cheval, ne lui a pas présenté une plus grande ténacité : cette opinion est donc un préjugé dont l'origine naturelle ne peut être que la bonté et la pureté du fer employé pour la fabrication de ces clous.

12. Tout le monde connaît la promptitude avec laquelle le fer s'échauffe, et la grande force qu'a ce métal comme conducteur du calorique. Quoiqu'on n'ait point encore de terme exact de comparaison de cette propriété du fer avec celle des autres matières métalliques, il paraît qu'elle est assez faible dans le fer. Il résulte en effet des expériences de Muschenbroëck sur la dilatabilité de ces corps par la chaleur, qu'un fil de fer prenait par celle de l'eau bouillante une dilatation exprimée par 73, tandis qu'un même fil (en volume) de plomb donnait 164; d'étain, 124; de cuivre, 84. Cassini a estimé le rapport de la dilatabilité du fer à celle du cuivre : : 10 : 17 ou : : 27 : 46. G. Juan, en exposant des verges ou barres de différens corps de trois pieds de longueur aux rayons du soleil, au Pérou, et tandis que le thermomètre à mercure s'élevait à 10 degrés à la graduation de Réaumur, a vu le fer se dilater de 0.13 $\frac{1}{4}$ de ligne; l'acier, de 0.12 $\frac{1}{5}$; le cuivre, de 0.19 $\frac{1}{4}$; le verre, de 0.03 $\frac{1}{4}$; et une pierre seulement, de 0.02. Muschenbroëck a conclu de ces expériences rapprochées, que, parmi les métaux, l'étain était celui de tous qui se dilatait le plus vîte, et que venaient ensuite et successivement le plomb, l'argent, le cuivre et le fer.

13. Le fer est un des métaux les plus infusibles; il passait autrefois pour le plus difficile à fondre : mais l'on sait aujourd'hui positivement que le manganèse et le platine exigent une température plus élevée ou une accumulation de calorique plus considérable que lui pour être mis en fusion. On estime sa fusion à 130 degrés du thermomètre ou pyromètre d'alumine de Weedgwood. Mortimer indiquait cette tempé-

rature à 1600 degrés sans doute de la graduation de Farenheit. Le fer est rouge long-temps avant de se fondre ; et l'on distingue dans les arts au moins quatre degrés de rougeur dans le fer : le premier est le *rouge obscur ;* le second, le *rouge cerise ;* le troisième, le *rouge éclatant ;* et le quatrième, le *rouge blanc*, que l'on désigne par le mot *incandescence.* Les physiciens ont observé depuis long-temps que la percussion forte pouvait faire rougir le fer. Après Boyle, qui, le premier, a insisté sur ce phénomène, le Journal de Breslaw a fait mention d'un ouvrier qui, en cinq ou six coups de marteau, faisait rougir le fer : et Swedenborg a remarqué qu'un morceau carré plat de ce métal rougissait facilement si on le frappait sur une enclume par ses faces plattes et non sur ses bords ou ses angles. Il est presque superflu d'observer ici que la chaleur produite par la percussion du fer est l'effet du calorique comprimé, qui suinte de toutes parts des molécules refoulées et rapprochées du fer, et que la couleur rouge qu'il prend par la suite de ces percussions n'est que la même matière qui, beaucoup plus condensée, et douée d'un mouvement bien plus rapide, s'élance à travers les pores du fer, et fait naître à nos yeux la sensation de lumière.

14. Le fer fondu et coulant a plusieurs degrés de liquidité, pâteuse ou molle, et mobile à son autre extrême, presque comme l'eau elle-même. Il faut observer que tous les ouvriers qui travaillent le fer ne le croient point susceptible de se fondre, et qu'ils semblent, à cet égard, être en contradiction avec les physiciens. Cela vient de ce qu'en effet, dans les arts, on ne fond jamais le fer sans qu'il éprouve une combustion plus ou moins avancée, et conséquemment une altération plus ou moins forte, sans qu'après sa fusion il ne soit plus du fer proprement dit : car les ouvriers distinguent, avec une grande précision et une grande finesse, les divers états du fer, parce que c'est à ces divers états que sont dues les propriétés circonscrites ou particulières qu'ils y recherchent.

Dans les opérations de chimie, au contraire, on fond de petites portions de fer dans des vases exactement fermés de telle manière qu'il ne lui arrive aucun changement; et c'est de cette fusion en petit, toujours impraticable en grand, que les chimistes veulent parler. Quand le fer y est amené, il ne paraît pas qu'il soit sensiblement volatil, ou au moins il faut un feu énorme pour le sublimer; s'il se refroidit lentement, il cristallise en octaèdres réguliers qui s'implantent les uns sur les autres, et forment des espèces de végétations ou de dendrites très-agréables. Quelquefois la nature les présente sous cette forme, mais dans un état de combinaison.

15. Le fer est rapidement parcouru par le fluide électrique; c'est un des meilleurs conducteurs de l'électricité que l'on connaisse: aussi depuis les découvertes de Franklin sur l'identité de la foudre atmosphérique et de l'étincelle, est-il employé, avec grand succès, pour fabriquer les conducteurs élevés dans l'air au dessus des édifices, des vaisseaux, nommés *paratonnerres*, et destinés, par les pointes dorées et inaltérables qui les terminent, à soutirer sans fracas, et à transporter rapidement la matière électrique dans la terre ou dans l'eau, où ils aboutissent par leur extrémité inférieure. On a observé depuis long-temps que du fer placé ainsi verticalement et dans une partie élevée de l'atmosphère, qui y a séjourné long-temps, ou qui a été frappé de la foudre, a pris les propriétés et même la polarité magnétiques. Si le fer est frappé dans l'air de l'étincelle électrique foudroyante, il s'enflamme; mais ce phénomène appartenant à l'histoire de sa combustion, j'en parlerai en son lieu.

16. Le magnétisme est une des propriétés les plus caractérisées et en même temps les plus singulières du fer. Long-temps on l'a cru particulière et individuelle dans ce métal; mais il est aujourd'hui bien prouvé que le cobalt et le nickel en jouissent comme le fer. Cependant toutes les expériences relatives au magnétisme de ces deux derniers métaux, n'ayant

point encore été faites, ni avec la même exactitude, ni avec la même étendue que sur le fer, ce n'est encore que sur celui-ci qu'on a bien observé les principaux phénomènes de cette force. Voici les principaux faits qui, dans l'étude du magnétisme du fer, doivent intéresser le naturaliste et le chimiste, et dont en conséquence le citoyen Haüy a donné l'exposition, à l'article des mines de fer, de l'extrait de son grand ouvrage de minéralogie.

A. C'est du globe terrestre qu'émanent les forces qui dirigent le fer suspendu librement; et plusieurs physiciens pensent que ces forces ont leur siége dans un corps particulier placé au centre du globe, faisant fonction d'un aimant très-puissant.

B. Les forces qui tirent une aiguille aimantée dans des sens opposés, vers le nord et vers le midi, sont égales, comme le citoyen Coulomb l'a vérifié, en trouvant exactement le même poids dans une aiguille aimantée que dans cette aiguille, avant de l'avoir aimantée.

C. On a quelquefois observé que des morceaux d'aimant récemment extraits de la terre, et laissés dans la même position où ils étaient avant leur extraction, avaient leurs poles situés en sens inverse de celui qui aurait dû avoir lieu dans l'hypothèse où ils auraient acquis leur magnétisme par l'action d'un aimant situé au centre du globe. AEpinus a élevé cette difficulté, en supposant dans les mines d'aimant, comme on l'observe dans les fers aimantés artificiellement, ce qu'il nomme des *points conséquens*, c'est-à-dire une suite de poles contraires formés dans un court espace par l'engorgement et l'accumulation du fluide magnétique; série qui peut exister dans un fragment de mine détachée : de sorte que les deux poles qui le terminent soient autrement tournés que dans les morceaux chargés ou armés du magnétisme ordinaire.

D. Le magnétisme n'existe que dans le fer métallique ou dans le fer très-peu oxidé; mais il ne faut pas juger de son

absence ou de sa modification dans des morceaux, par des barreaux trop forts, parce que la force de ceux-ci peut détruire le magnétisme de ces morceaux; puisqu'en prenant pour essayer ces morceaux des aiguilles suspendues très-faibles, comme l'a fait le citoyen Haüy, alors ils deviennent tous des aimans.

E. Il est possible que des mines de fer aient échappé à l'action magnétique du globe, si elles ont été situées de manière que leur axe fût perpendiculaire à la direction du méridien magnétique de leur lieu natal.

F. Il y a beaucoup de variétés dans l'énergie des forces aimantaires des mines de fer; et pour ne pas tirer une conclusion opposée à la vérité, il ne faut pas se borner à une seule observation : il faut les multiplier assez, soit par rapport au barreau aimanté ou à l'aiguille aimantée dont on se sert, soit par rapport à la position respective du morceau qu'on examine, et du barreau ou de l'aiguille qui sert à en déterminer l'état.

G. Tous les morceaux de fer enfoncés dans la terre, et non surchargés d'oxigène, sont des aimans naturels dont les degrés de force varient dans des limites très-étendues : en sorte que l'on ne doit pas faire une espèce à part de l'aimant en minéralogie; vérité nouvelle et bien différente de ce que pensaient autrefois les minéralogistes.

17. Le fer est un très-bon conducteur de l'électricité animale, connue aujourd'hui sous le nom de *galvanisme* et il doit influer, par cette propriété remarquable, sur la vie et les mouvemens des animaux vivans : aussi, malgré le peu de confiance que méritent, de la part des hommes éclairés, l'aveugle enthousiasme et l'audacieux empirisme qui ont tant annoncé de qualités ou de vertus merveilleuses dans les applications extérieures et dans les pointes de fer suspendues ou promenées à une distance plus ou moins grande des corps, ou même posées très-près de quelques-unes de ses régions,

on ne peut nier, et on n'a point encore convenablement apprécié les effets que ces applications bien dirigées et réunies à celles d'autres plaques métalliques communiquant avec les premières, pourront produire sur les animaux, lorsqu'on sera plus éclairé qu'on ne l'est encore sur la marche et les phénomènes de la nouvelle modification de l'irritabilité vivante qu'on a découverte il y a quelques années en Italie. Il faut encore multiplier et varier beaucoup les expériences et les tentatives sur cette force si remarquable de la vie, avant de pouvoir prendre un parti à cet égard.

18. La saveur et l'odeur sont encore deux propriétés très-distinctes et très-prononcées dans le fer. Il suffit d'en tenir quelque temps dans la main, et de porter ensuite cette partie à peu de distance du nez, pour reconnaître sa qualité odorante. Quelque légèrement qu'on l'ait touché, ce métal laisse toujours sur la peau une couche légère qui suffit pour avertir de sa présence par l'impression qu'elle fait sur les nerfs olfactifs ; et comme, quand elle devient sensible dans cette circonstance, il n'y a point une application immédiate du fer sur les nerfs, il s'ensuit nécessairement que les molécules du fer sont transportées par le courant d'air sur la membrane nerveuse olfactive : ainsi l'on doit en conclure que ce métal est entouré d'une atmosphère qui en tient en dissolution, et qui en est saturée. Sa saveur est assez forte pour exciter l'impression d'un âcre ou d'un astringent dans la bouche, quand on l'y tient pendant quelque temps. Les médecins attribuent avec raison les propriétés médicamenteuses dont jouit le fer à l'action que cette saveur exerce sur les membranes irritables et sur les nerfs de l'estomac et des intestins. Il ne faut pas confondre cet effet dû à l'état métallique avec celui que produisent les oxides de fer, qui portent, comme beaucoup d'autres oxides métalliques, l'énergie vivifiante et sthénique de ce principe sur tous les organes incitables ou excitables de l'économie animale vivante : mais il ne faut pas oublier non

plus que ces deux forces agissent simultanément dans les viscères, lorsqu'on administre la plupart des préparations médicinales.

19. Outre que le fer est le seul métal qui rougisse par la pression et le frottement violens, et qui, à raison de cette propriété, s'embrase et s'enflamme dans l'air, quand il est frappé fortement par le choc des pierres dures; il jouit encore presque exclusivement de la propriété de passer promptement dans les dernières ramifications vasculaires des animaux vivans, de se filtrer par les pores des racines dans les plantes, et par les organes chylifères, jusque dans les vaisseaux sanguins des animaux; de contribuer à la coloration de leurs humeurs; de se fixer dans leurs solides; d'entrer, comme partie constituante, dans leur nutrition, et de jouer un rôle dans la composition même de leurs organes. Le moins ennemi, parmi toutes les substances métalliques, de la faculté vitale, il va porter son énergie stimulante jusqu'aux dernières fibrilles sensibles et irritables. Il n'a rien de vénéneux, et il ne fait qu'augmenter l'activité et la force du principe vital. Il doit même être porté, comme principe constituant, à une proportion déterminée dans la composition des substances organiques. Quelques physiologistes ont cru qu'il était formé par les organes des animaux, et ils en ont cité pour preuve la première composition du sang dans les œufs des oiseaux pendant l'incubation, composition accompagnée de fer dès le premier instant qu'il y a du sang apparent avec sa couleur rouge: tandis que, suivant eux, on ne trouve pas la moindre trace de ce métal dans l'œuf avant cette apparition de la liqueur pourpre sanguine; mais il n'est pas encore rigoureusement prouvé ni que l'œuf non couvé ne contienne pas du fer, ni que le sang du poulet, au moment de sa première composition, en contienne réellement.

C. *Histoire naturelle.*

20. La nature, comme je l'ai déja dit plus haut, a répandu le fer avec une abondance libérale sur presque tous les points du globe; et rien n'est en effet plus fréquent parmi les productions fossiles que les mines de ce métal. On dirait, en voyant cette libéralité, qu'elle a voulu avertir l'homme des grands avantages qu'il peut retirer de ces mines, et qu'elle les lui offre à la surface de la terre pour attirer plus promptement et plus sûrement ses regards, pour l'engager à les recueillir et à les traiter de manière à obtenir le métal qu'elles recèlent. Elle a de plus singulièrement varié les formes de ces mines, leur couleur, leur tissu, leur composition: aussi les collections minéralogiques sont-elles ordinairement multipliées dans ce genre, et offrent-elles à l'œil le spectacle de nombreuses et de riches variétés. On conçoit facilement d'après cela que, dans leurs classifications méthodiques, fondées sur les formes, les couleurs et les tissus, plutôt que sur la nature intime, les minéralogistes ont dû reconnaître un grand nombre d'espèces de mines de fer. Il est en effet plusieurs ouvrages modernes encore, dans lesquels on compte plus de trente espèces différentes. Mais l'examen chimique qu'on en a fait depuis quelques années permet de poser des limites certaines à cette vague et ancienne détermination des espèces, de resserrer leur nombre dans un cercle plus étroit, d'après la connaissance plus exacte de leur composition; de disposer dans un ordre précis et naturel ces mêmes espèces, et de jeter dans la série presqu'indéterminée des variétés les différences qui, pour la plupart d'entre elles, ne consistent presque jamais que dans des nuances plus ou moins légères de leurs propriétés.

21. Après avoir fait remarquer que le fer est peut-être de tous les métaux celui dont les mines présentent le plus grand

nombre de différences ou de variations dans leur nature, dont les compositions naturelles sont les plus disparates et les plus diversifiées; après avoir répété ici sur-tout qu'il ne faut ranger parmi les vraies mines de ce métal que celles où sa quantité est si abondante qu'on peut les exploiter avec avantage, ou qu'il fait au moins la base de leur composition; condition sans l'admission de laquelle on serait bientôt forcé de multiplier à l'infini ces mines, et de regarder presque tous les fossiles comme leur appartenant : j'observerai que c'est spécialement dans la distinction de ces nombreux minéraux que la méthode établie dans l'article général de l'histoire des métaux offre le plus d'avantages et promet le plus de clarté. Les cinq états principaux qui ont été établis pour la généralité des mines métalliques peuvent être admis pour la distinction des mines de fer, 1°. celui du métal natif; 2°. celui de ses alliages; 3°. ses combinaisons avec des corps combustibles, autres que des métaux; 4°. l'état de son oxide; 5°. celui de ses sels. Dans chacun de ces états, comme dans autant de genres, viennent se ranger d'elles-mêmes les espèces et les variétés des mines de fer que les naturalistes ont découvertes, quelque nombreuses et quelque diversifiées qu'elles soient.

22. Quoique l'existence du fer natif soit encore une espèce de problème irrésolu parmi les minéralogistes, et quoiqu'il soit très-naturel de penser, avec les plus célèbres d'entre eux, que les morceaux isolés qu'on a désignés sous ce nom ne sont que les produits accidentels d'anciennes fontes ou de feux souterrains, il est cependant nécessaire de savoir que Margraff dit en avoir trouvé en filons à Libenstock en Saxe, qu'Adamson assure qu'il est commun au Sénégal, et que Pallas en a découvert en Sibérie une masse du poids de 1600 livres. Dans ce bloc, à la vérité, on trouve des cavités qui annoncent une fusion et un boursoufflement; et cependant, suivant les justes observations de Bergman, elle présente plusieurs preuves qu'elle n'a point été fondue par l'art. Outre

sa situation, qui l'annonce, la pierre qui en remplit les cavités est très-différente du *laitier* ou scorie des fourneaux; le fer en est très-malléable à froid ou à une médiocre température; mais il devient cassant à la chaleur rouge; il se comporte dans tous les essais comme du fer forgé; il donne du gaz hidrogène sulfuré par l'acide muriatique.

23. Il est très-rare de rencontrer du fer allié avec d'autres matières métalliques en assez grande proportion pour qu'on puisse regarder cette espèce d'alliage comme appartenant aux mines de ce métal. Je ne connais encore en ce genre que celle que le citoyen Haüy comprend dans sa quatrième espèce sous la dénomination de *fer arsenié*. C'est aussi l'espèce du prétendu *mispickel*, ou de mine de fer arsenicale que Romé-Delisle nommait improprement *mine d'arsenic blanche*, et que d'autres minéralogistes ont désignée par la phrase *de fer natif mêlé d'arsenic*. Quoique quelques-uns d'entre eux, et sur-tout de Born, aient cru que cette mine était une triple combinaison d'arsenic de fer et de soufre, ce dernier lui-même a cité dans sa description un cas où la quantité de soufre y est, suivant lui, très-petite. Quelquefois cet alliage naturel est argentifère, et alors on l'a nommé *mine d'argent blanche* : c'est le *weisserz* des Saxons. Le caractère bien prononcé de ce métal allié, qui est d'un gris blanc brillant, d'un tissu lamelleux et cassant, est de présenter des cristaux en prismes droits à bases rhombes, dont les angles sont d'environ 103 et 77 degrés; forme qui est celle de sa molécule intégrante et de son noyau. Elle est quelquefois modifiée par un sommet dièdre, à faces triangulaires réunies sur une arête parallèle à la petite diagonale du rhombe. La surface de ces triangles, inclinés l'un vers l'autre de 150 degrés environ, est striée dans un sens parallèle à l'arête qui leur sert de base. Il ne faut pas confondre cette mine avec la véritable *pyrite arsenicale* dont je parlerai plus bas, et qui en diffère par plusieurs caractères essentiels comme par sa composition.

24. Dans l'ordre des combinaisons naturelles du fer avec des corps combustibles, autres que des métaux, on n'a encore reconnu et bien analysé que celles qu'il offre avec le carbone et avec le soufre. A ces deux composés, il est permis de soupçonner que la chimie pourra réunir quelque jour celui du fer avec le phosphore, qu'on peut soupçonner existant dans la nature, mais qui n'y a point encore été trouvé. Le carbure et le sulfure de fer méritent chacun la qualification de véritables espèces de mines de fer ou de fer minéralisé, quoiqu'on ne traite que bien rarement celui-ci, et jamais le premier, pour en obtenir le métal, mais parce que, dans un ordre systématique, on ne peut rapporter à aucun autre ordre de corps ces composés métallifères.

Le carbure de fer connu autrefois sous le nom de *mine de plomb*, *crayon noir*, *potelot*, *plomb de mer*, *céruse noire*, *fausse galène*, *mica* ou *talc des peintres*, et confondu avec le sulfure de molybdène, à cause de quelques analogies dans la forme, la couleur, le tissu, et même dans les usages, a été d'abord analysé par Schéele qui a saisi le premier son rapport avec le charbon et sa nature ferrugineuse, et ensuite bien déterminé dans sa nature par les citoyens Vandermonde, Berthollet et Monge, comme une combinaison de 0.90 de carbone et de 0.10 de fer. On le trouve en rognons, en petites couches, ou même en filons plus ou moins considérables, dans les montagnes primitives, entre des lits de quartz, de feld-spath, d'argile, de craie; aux Pyrénées, en Espagne, en Allemagne. On le rencontre et on l'exploite très-pur et très-doux dans le Cumberland, en Angleterre. L'Amérique et l'Afrique en contiennent aussi. Il est susceptible de cristalliser en octaèdres; il est d'une couleur grise foncée ou bleue noirâtre, métallique, luisante, gras au toucher, d'une cassure tuberculeuse; il noircit très-facilement les mains, se broie en une poussière fine et douce, très-adhérente aux corps par le seul frottement, et laisse sur le papier et les corps blancs en général

une trace noirâtre que tout le monde connaît dans le crayon noir. Il brûle, quand il est tenu rouge pendant long-temps, et laisse après sa combustion, et en donnant beaucoup d'acide carbonique, un oxide de fer rougeâtre. L'eau passée à travers ce carbure rouge le brûle aussi en se décomposant et en donnant du gaz acide carbonique ; ils ne servent qu'à le purifier, en dissolvant l'alumine et le fer qui y sont souvent mélangés. Il décompose les sulfates, et les change en sulfures ; il brûle à l'aide du nitrate de potasse qui le fait détoner, bien mieux encore avec le muriate suroxigéné de potasse, qui sert à en faire connaître très-exactement la nature ; il sert à faire des crayons, à adoucir le frottement des rouages métalliques ou de bois, à recouvrir et défendre de la rouille les surfaces des instrumens de fer, à donner une couleur plombée à beaucoup de corps, à brasquer et même à fabriquer en entier des creusets, à faire des luts sur les cornues de verre et de terre, etc.

25. Le sulfure de fer, ou la combinaison naturelle du soufre et du fer, a été nommé en minéralogie *pyrite*, parce qu'il est très-propre à entretenir le feu, à s'embraser même par le choc du briquet, et à faire naître des feux souterrains. On le nommait encore autrefois *marcassite*. C'est une des mines dont les naturalistes se sont le plus occupés. Henckel l'a étudié et décrit dans le plus grand détail dans sa Pyrithologie, où il a embrassé, à la vérité, l'histoire de toutes les mines, sur-tout des sulfureuses, qu'il a comparées et considérées dans le plus grand détail. Ce composé a également exercé le génie des modernes, par rapport à la diversité et à la singularité de ses formes. Il intéresse beaucoup les arts, qui l'emploient fréquemment et abondamment, sur-tout pour en extraire le soufre et pour traiter plusieurs métaux.

Après le carbonate de chaux, que le citoyen Haüy présente avec vérité comme le *Protée minéral ;* le sulfure de fer

est la substance qui offre le plus grand nombre de formes différentes. Il en a déja reconnu treize variétés régulières et distinctes. Plusieurs ont le cube pour forme primitive, et d'autres semblent dériver de l'octaèdre : telle est la variété qui cristallise comme le grenat trapézoïdal. Il observe que le cube ne doit être regardé comme forme primitive dans le sulfure de fer, que quand il est lisse ; que celui qui a ses faces striées et dans trois sens perpendiculaires l'un à l'autre n'est qu'un dodécaèdre ébauché. Parmi les principales variétés de formes que distingue cet habile minéralogiste, j'indiquerai ici :

A. Le cube lisse, forme primitive ;

B. L'octaèdre régulier ;

C. Le cubo-octaèdre ;

D. Le dodécaèdre à plans pentagones ;

E. Le cube strié dans trois sens ;

F. L'icosaèdre ou celui à vingt faces triangulaires, huit équilatérales et douze isocèles ;

G. Le polytrigone à trente-six triangles, douze isocèles acutangles et vingt-quatre isocèles obtusangles ;

H. Le plagièdre ou de biais, où chaque angle du cube est intercepté par trois facettes situées de biais.

Outre ces formes déterminées et ingénieusement nommées par le citoyen Haüy, on trouve le sulfure de fer en cristaux divers groupés, en globes hérissés de pointes d'octaèdres, en globes polis et usés, en cristaux striés et rayonnés, en espèces de cylindre, en dendrites, en stalactites, en incrustations, en figures bizarres, qu'on a comparées à toutes sortes de corps ; il se dépose souvent dans des matières organiques qui lui servent de moule : de là les coquilles, les poissons pyritifiés.

Le sulfure de fer est presque toujours d'une couleur jaune dorée plus ou moins brillante. Il en existe à cet égard deux variétés bien marquées, la dorée brillante et la dorée terne

ou pâle. Il ne faut pas regarder comme une simple variété de couleur le sulfure de fer brun que quelques minéralogistes ont désigné par le nom de *mine de fer hépatique*. Celui-ci est un sulfure en décomposition, dont on n'a pas même encore bien apprécié le changement, mais qui a manifestement passé de l'état brillant à la couleur brune plus ou moins matte, puisqu'on en trouve qui sont bruns en dehors et encore jaunes dorés à l'intérieur, tandis que d'autres sont brunis jusque dans leur centre. Ils sont ordinairement plus friables dans cet état que lorsqu'ils ont leur nuance brillante et métallique. Il y a certainement dans ces trois genres bien distincts de couleur, comme dans les deux genres de forme primitive des sulfures de fer, des différences non encore déterminées, qui tiennent à leur nature intime, et qui exigeront de nouvelles recherches pour être bien connues.

Le sulfure de fer est fusible et inflammable ; il laisse séparer son soufre par la chaleur ; il est très-fragile : on peut en obtenir du soufre presque par la fusion, et très-peu par la sublimation. Exposé à l'air, et sur-tout après avoir été humecté, il se fendille, se divise, se ramollit, s'échauffe, se couvre de cristaux salins de sulfate de fer, et se change en entier dans cette espèce de sel qui annonce que le soufre s'y brûle, s'y acidifie, et que le fer s'y oxide. Ce phénomène, dont on tire parti pour l'extraction en grand du sulfate de fer, était nommé autrefois *vitriolisation des pyrites ;* on doit le regarder comme une combustion lente ou une sulfatisation naturelle. L'eau est décomposée par cette opération ; il se dégage alors du gaz hidrogène sulfuré qui s'enflamme souvent spontanément, et auquel on a attribué l'incendie et la formation des volcans. Les acides, en attaquant le sulfure de fer natif, en développent aussi, et sur-tout l'acide muriatique, du gaz hidrogène sulfuré. Les nitrates le brûlent en détonant, à l'aide d'une haute température, et le muriate suroxigéné de potasse l'enflamme par la seule percussion.

L'analyse chimique du sulfure de fer naturel y a montré, outre le fer et le soufre qui y varient en proportion, et qui en sont les principes les plus abondans, de la silice et de l'alumine. Quelquefois on y trouve de l'or qui n'y est que disséminé ; alors on l'a nommé *pyrite aurifère ;* on a aussi annoncé des pyrites argentifères. L'examen qu'on a fait de plusieurs de ces composés a prouvé qu'ils varient beaucoup dans la nature et la proportion de leurs composans.

26. A la suite du sulfure de fer doit être rapportée l'espèce de mine que le citoyen Haüy a nommé *fer arsenié*, qui est la mine d'arsenic grise ou pyrite d'orpiment de Romé. La quantité plus ou moins grande, et toujours très-sensible de soufre que contient cette mine, la distingue assez *du fer arsenié* et du véritable mispickel. Elle n'a jamais d'ailleurs de forme régulière et cristalline comme ce dernier ; on ne l'a encore rencontrée qu'en masses irrégulières. Le citoyen Vauquelin en a analysé des morceaux de deux endroits différens ; il y a trouvé le rapport du soufre au fer à peu près de quatre à cinq ; celui de l'arsenic au fer très-variable, puisque dans l'un il était de deux à un, et, dans l'autre, de six et demi à un : on doit nommer cette espèce *sulfure de fer arsenié :* ce n'est point une simple variété de la mine précédente, puisque ses propriétés en diffèrent essentiellement.

27. Le quatrième ordre, auquel doivent être rapportées les mines de fer, renferme les divers degrés d'oxidation de ce métal. On doit y comprendre comme véritables mines bien distinctes par leur nature et leurs propriétés, les quatre espèces nommées par le citoyen Haüy *fer oxidulé*, *fer pyrocète*, *fer oligiste* et *fer oxidé*. Chacune de ces dénominations, appliquée, ou à l'état de la combustion, ou à quelques propriétés de ces espèces, ne présentera, pour la méthode que j'ai adoptée, que des degrés divers d'oxidation. Ce minéralogiste nomme *fer oxidulé*, par l'analogie de la dénomination *acidule* de la nomenclature méthodique, l'espèce de mine formée par

le fer uni à une assez petite quantité d'oxigène, pour lui permettre d'agir fortement sur le barreau aimanté : *c'est le fer noirâtre octaèdre et altérable à l'aimant de* Romé-Delisle. Cette espèce cristallise le plus souvent en octaèdres, comme les morceaux de Suède, de Dalécarlie, de Corse, qui ont depuis quelques millimètres jusqu'à deux ou trois centimètres de diamètre. Ces cristaux sont ordinairement engagés ou enveloppés dans une stéatite noirâtre ou verdâtre feuilletée ; ils sont souvent d'un noir brillant et spéculaire ; quelquefois leur surface est terne, et enduite d'une petite couche de la stéatite où ils sont plongés. Ils sont très-cassans et lamelleux dans leur tissu ; leur poussière est noirâtre et très-attirable ; dans leur intégrité, ils jouissent de toutes les propriétés d'un aimant, et sur-tout de la polarité. C'est à cette espèce de mine de fer qu'appartiennent plus particulièrement les morceaux naturellement et assez fortement aimantés pour qu'on ait pris le parti de les tailler, et de les garnir d'une armure qui en augmentât la puissance. Je nomme cette espèce de mine *oxidule* de fer. Il paraît qu'il doit sa formation et sa cristallisation à l'eau. Sous ce point de vue, il contraste avec l'espèce suivante.

28. La seconde espèce du même ordre est nommée par le citoyen Haüy *fer pyrocète*, c'est-à-dire ayant *le domaine du feu pour patrie*, parce qu'il a été prouvé par le citoyen Delarbre que les variétés de cette espèce, si abondante à Volvic, au Puy-de-Dôme, au Mont-d'Or, sont un produit de la volatilisation opérée par le feu des volcans. On l'a souvent nommé *fer spéculaire*, à cause de ses surfaces brillantes et miroitées. Cette mine est toujours en lames minces, d'un beau poli, fragiles comme le verre, et en montrant la cassure. Romé-Delisle regardait ses cristaux comme une modification de l'octaèdre aluminiforme. En supposant qu'on eût fait dans un octaèdre régulier deux sections à de petites distances de deux faces opposées parallèlement à ces deux faces, il devrait résulter de ces deux sections trois segmens dont celui

du milieu aurait pour bases deux héxagones réguliers, et pour faces latérales six trapezes alternativement inclinés en sens contraire. C'est à ce segment moyen que Romé-Delisle rapportait les cristaux du fer spéculaire qui m'occupe ici. Mais le citoyen Haüy s'étant apperçu que les faces latérales du fer pyrocète étaient plus sensiblement inclinées sur les bases qu'elles n'auraient dû l'être dans l'hypothèse du segment indiqué, et le gonyomètre lui ayant donné cent vingt-un degrés et demi, au lieu de cent neuf et demi qu'elles auraient dû avoir; il en a conclu que la ressemblance née de l'assortiment des plans avait fait illusion au célèbre Romé-Delisle, et que ce n'est pas là la source de leur forme singulière. Il ajoute que cette forme est sujette à différentes modifications. Cet oxide de fer donne, quand on le brise, une poussière noirâtre, moins foncée que celle de la mine précédente, et ayant une teinte rougeâtre qui annonce une oxidation un peu plus forte que dans l'oxidule décrit ci-dessus : aussi est-il moins sensible au barreau aimanté, et est-il lui-même bien plus faiblement aimant que le précédent. Je le nomme *oxidule de fer pyrocète.*

29. La troisième espèce d'oxide de fer natif a été désignée par le citoyen Haüy sous le nom de *fer oligiste*, c'est-à-dire qui n'est que très-peu à l'état métallique. Les corps de cette espèce, dit-il, donnent par la trituration, ou à l'aide de la lime, une poussière rouge qui annonce une oxidation beaucoup plus avancée que dans les deux précédentes, sur-tout dans la première. Les mines de fer noir ou spéculaire de l'île d'Elbe et de Framont sont les plus remarquables variétés de cette espèce. Peut-être l'expression d'oxide de fer eût-elle suffi pour désigner cette espèce, en y ajoutant une épithète pour les distinguer de la suivante qui contient plus d'oxigène. Cet oxide oligiste est en lames brillantes nuancées avec cristaux qui paraissent dépendre du cube : les variétés de formes que celui-ci fait naître, suivant la loi de décroissement, se

remarquent sur-tout dans ces beaux échantillons, si brillans, si nuancés dans leurs couleurs changeantes, qu'on tire abondamment de l'île d'Elbe, et qui font les ornemens des cabinets. On doit sur-tout distinguer parmi les variétés de forme de cet oxide noir de fer nommé autrefois spéculaire, et confondu ainsi avec plusieurs espèces très-différentes de la sienne, *a* celui en rhomboïdes très-obtus; *b* celui à six pentagones, et à dix-huit triangles : on les appelle communément fer spéculaire en gros boutons, en petits boutons, en écailles, lenticulaires, micacés, et ils offrent souvent à leur surface les reflets éclatans de l'arc-en-ciel ou de la gorge de pigeon. Cette espèce est beaucoup moins altérable à l'aimant, et beaucoup moins aimant elle-même que les deux précédentes : ce qui tient évidemment à la plus grande quantité d'oxigène qu'elle contient. La poussière rougeâtre qu'on en obtient par la trituration ou l'action de la lime est onctueuse, et fait assez facilement pâte avec l'eau. On peut multiplier dans cette espèce, comme dans les deux précédentes, le nombre des variétés qui lui appartiennent. Mais ce que je dois faire observer ici, c'est que ces mines, très-différentes des précédentes, quoique ne paraissant en être distinguées que par une proportion un peu plus forte d'oxigène, donnent de très-bon fer, et très-facile à obtenir dans leur exploitation. Les variétés qu'elles fournissent sont les plus belles, et les plus riches pour les cabinets, de toutes les mines de fer.

3o. Enfin, au quatrième et dernier rang des oxides de fer que la nature offre parmi les mines de ce métal, appartient l'espèce que le citoyen Haüy nomme *fer oxidé*, pour désigner, en opposant cette dénomination à celles des trois premières, ou de fer oxidulé ou *pyrocète*, et de l'*oligiste*, que celui-ci est bien plus chargé et même saturé d'oxigène, qu'il est véritablement à l'état complet d'oxidation. Ce véritable oxide de fer n'a plus la couleur noire des trois précédens; il est plus ou moins rouge, brun ou jaunâtre; sa poussière,

car il est très-friable, offre une nuance beaucoup plus claire que celle même de l'oxide oligiste. Il ne prend point de forme cristalline déterminée, seulement ses molécules, le plus souvent rapprochées et condensées dans les concrétions dures qu'il constitue, s'arrangent en stries ou en petits filets qui partent d'un centre commun, et divergent en rayons au dehors des morceaux qu'il forme. Dans ce dernier cas, et lorsqu'il a en même temps une couleur rouge ou brune plus ou moins foncée, on le nomme hématite à cause de cette nuance même qui se rapproche plus ou moins de celle du sang. Le seul aspect des hématites prouve que ce sont de véritables stalactites; on les trouve souvent mammelonées et déposées par couches formées chacune de filets rassemblés. On lui a donné plusieurs noms différens, et on en a fait des sous-variétés, d'après la diversité des figures qu'elle affecte: on l'a nommée *intestinale* ou mammelonée, quand elle imite les tubercules extérieurs des intestins; *botryte*, quand elle ressemble à une grappe de raisin; ou *aiguillée*, lorsqu'elle offre beaucoup de prismes fins qui représentent des aiguilles: on l'a encore désignée par ses couleurs, par son tissu, et distingué des hématites rouges, brunes, noires, compactes, tendres, fragiles: c'est à l'hématite qu'il faut rapporter la *sanguine* et la pierre à brunir. Ces dernières variétés prennent l'état métallique par le poli; elles sont les moins oxidées, et se rapprochent du fer oligiste: on y trouve même quelquefois des particules presque métalliques. Elles passent facilement à l'état d'oxide noir et attirable, et prennent même le caractère d'aimant lorsqu'on les chauffe. L'*éisenram* des Allemands, ou le fer micacé rouge, doit être aussi rapporté comme sous-variété aux oxides hématités de fer.

Le citoyen Haüy compte comme seconde variété de l'espèce de fer oxidé ce que les minéralogistes ont nommé fer limoneux. Il réunit dans cette variété les œtites, les mines de fer en grains, en masses compactes plus ou moins jaunes, en

poussière ou terre molle qui durcit à l'air, et qu'on nomme *ocre martiale*, en tissu doux et laissant des traces sur le papier qui constitue le crayon rouge. On a donné le nom d'*œtites* ou *pierres d'aigles* à des espèces de géodes creuses d'oxide de fer, souvent mêlés d'une quantité plus ou moins grande de silice et d'alumine, contenant quelques concrétions dans leur intérieur, et faisant entendre un petit bruit quand on les agite par le choc de ces graviers contre leur parois ; elles sont d'une couleur jaune, sale, un peu blanche ; composées de couches concentriques de divers volumes, de forme ovoïde ou polygone, souvent polies à leur extérieur. Le nom de pierres d'aigles leur a été appliqué, parce qu'on a prétendu que ces oiseaux les transportaient dans leur aire.

La mine de fer en grains est un oxide brun foncé ou pâle, formé, comme l'œtites, de couches concentriques, mais sans cavité moyenne, plus ou moins arrondi, ordinairement d'un petit volume, mais variable depuis la grosseur de têtes d'épingles ou d'œufs d'insectes, jusqu'à celle de petites balles de pistolet. Les petits grains sont beaucoup plus communs que les gros ; souvent on les trouve aglutinés en masses considérables, formant même d'immenses amas de plusieurs mètres de profondeur dans la terre, et quelquefois de plusieurs kilomètres d'étendue. Le sol de quelques pays semble en être entièrement composé ; plusieurs départemens de la France en sont remplis, et ils constituent la plus grande partie des mines qu'on exploite en France. A voir cette étonnante concrétion de grains d'oxide de fer, gros comme des œufs de poissons ou d'insectes, et que par analogie ou par opinions erronées on a nommés oolites, dont chacun est formé de plusieurs couches concentriques appliquées manifestement par l'eau agitée autour d'un noyau, l'imagination a de la peine à se prêter à l'immensité du travail que la nature a fait pour fabriquer chacun de ces grains et en accumuler des innombrables myriades déposées dans des terrains très-vastes, et dont la quantité est vraiment inépuisable.

L'oxide de fer brun en masse compacte appartient, à proprement parler, au fer limoneux des minéralogistes. Cette sous-variété n'a ni l'apparence de l'hématite, ni la forme de géodes, ni celle de grains; ce sont des blocs irréguliers plus ou moins denses ou friables, solides ou fendillés, bruns rougeâtres ou jaunâtres, luisans ou mattes, lisses ou grenus dans leur cassure, souvent délités en parallélipipèdes ou en pans irréguliers et basaltiformes, qui sont ou unis irrégulièrement, ou déposés par lits et par filons continus dans l'intérieur de la terre, qu'on trouve dans le fond des vallées, souvent au-dessous de terrains marécageux, et qu'on exploite dans beaucoup de pays, mais qui fournissent en général le plus mauvais fer, le fer cassant à froid. On verra bientôt quelle est la cause de ce dernier phénomène. Ce fer limoneux ne noircit pas aussi bien que les hématites par l'action du feu; il contient souvent beaucoup de silice et d'alumine, et rarement de la matière calcaire.

Les terres qu'on a nommées *ocres martiales* ne sont que les fragmens pulvérisés ou aglutinés des mines précédentes, ou les débris de la décomposition lente des sulfures de fer exposés à l'action de l'air et de l'eau : rarement ce sont des oxides qui puissent être traités ou exploités comme tels; il faut les regarder plutôt comme des mélanges terreux, siliceux ou argileux, dont le fer, à différens états d'oxidation, jaune, fauve, rouge, brun, et même obscure, ne fait que la plus petite partie.

Quant au *crayon rouge* proprement dit, que le citoyen Haüy nomme *fer oxidé graphique*, c'est un autre mélange particulier d'oxide de fer rouge très-fin avec de l'argile, que la nature paraît avoir pétris ensemble dans l'eau et déposé au fond de ce liquide en couches plus ou moins fixes ou denses, d'un tissu doux, gras, onctueux, facile à tailler, qui s'use et se polit par les frottemens. Il y en a de différentes nuances, de diverse densité et de grain très-varié par sa finesse. Le

citoyen Haüy dit avoir vu des bâtons de crayon rouge qu'un physicien a convertis en aimant par l'action du feu ; et il rapporte à cette occasion que le citoyen Lelièvre a observé qu'il suffisait de chauffer au chalumeau un fragment d'oxide de fer pour lui donner des poles magnétiques.

31. Les sels ferrugineux natifs compris dans le cinquième et dernier ordre des mines de ce métal, sont plus nombreux encore que ceux qui ont été indiqués dans l'histoire naturelle du plomb. Il est facile au reste d'expliquer cette multiplicité, quand on sait combien ce métal est abondant au sein et à la surface de la terre, dans combien de lieux il se rencontre, à quelles circonstances et réactions nombreuses il est exposé, et avec quelle facilité il obéit aux attractions dans son état d'oxide : on l'a jusqu'ici trouvé combiné avec les acides sulfurique, phosphorique, carbonique, tunstique et prussique, et l'on peut soupçonner qu'il existe encore uni aux acides muriatique, fluorique, arsenique, molybdique et chromique, quoiqu'on ne l'ait point encore reconnu dans ces cinq derniers états. Il ne faut point oublier que la minéralogie, quoique très-avancée par les chimistes modernes, depuis Bayen, Bergman et Schéele jusqu'à M. Klaproth et au cit. Vauquelin, est encore à son berceau, et que malgré les travaux et les découvertes multipliées qu'elle doit à la chimie depuis une trentaine d'années, on voit que ces belles recherches ne sont encore que bien peu de chose en comparaison de ce qui reste à faire.

32. Le sulfate de fer existe assez fréquemment dans la nature ; il provient manifestement de la combustion lente du sulfure natif de ce métal : il est souvent dissous dans les eaux ; quelquefois on le trouve solide en stalactites, en dépôts, rarement en cristaux rhomboïdaux verdâtres, qu'on avait nommés autrefois couperose verte. On le reconnaît à sa couleur, à sa saveur âcre et styptique, à sa forme. Le plus ordinairement il est effleuri, demi-desséché, privé de l'eau de sa

cristallisation, et blanc : on le nommait autrefois, dans cet état, *sory*. Lorsque plus décomposé, il a pris une couleur jaune en perdant plus d'eau et en absorbant plus d'oxigène de l'atmosphère, on le désignait, dans l'alumine minéralogie, sous le nom de *misy* ou *missy*. Enfin, s'il a perdu une portion de son acide, si son oxide mis à nu et plus oxigéné encore que dans le cas précédent, a pris une couleur rouge, il constitue alors le *colcothar* ou le *chalcitis* des anciens minéralogistes. On nommait en général *pierres atramentaires* toutes les modifications du sulfure de fer naturel plus ou moins décomposé et altéré ; et comme mêlé avec quelques matières inflammables il affectait souvent la couleur noire, le mot *melantery* lui était spécialement appliqué dans cette dernière circonstance assez fréquente. Il faut ajouter à ces notions que dans les lieux où la nature présente plus ou moins abondamment cette combinaison, sur-tout dissoute dans l'eau, l'art peut et doit en tirer un parti plus ou moins avantageux, soit en évaporant cette dissolution naturelle pour en obtenir du sulfate de fer, très-utile dans beaucoup d'opérations industrielles, comme je le ferai voir plus bas, soit pour en préparer sur le lieu même différens composés ou produits qui servent sans cesse aux besoins de la vie. Cependant on laisse perdre trop souvent cette richesse naturelle.

33. Le phosphate de fer n'a point encore été compris par les minéralogistes dans l'énumération des nombreuses espèces de mines de fer, qu'ils ont distinguées et décrites souvent même minutieusement. L'exact et habile citoyen Haüy se contente d'annoncer à la suite de l'histoire du fer oxidé et de la variété qu'il appelle fer limoneux, la possibilité qu'il existe dans la nature une combinaison directe de fer et d'acide phosphorique. Ce qu'il n'annonce que comme possible est cependant reconnu comme réel par les chimistes modernes. La prétendue espèce particulière de métal que Bergman avait distinguée du fer, sous le nom de *sydérite* ou *fer d'eau*, n'est que du phos-

phate natif. Il est vrai qu'on ne l'a point encore reconnu peut-être très-pur, bien séparé et isolé d'avec les autres espèces, et sur-tout d'avec les oxides jaunes de fer, dans les masses duquel il se trouve le plus souvent confondu : mais on peut présumer qu'il existe seul et indépendamment des autres mines quelconques de ce métal, et que les minéralogistes sauront bientôt le distinguer, peut-être même le trouver pur et sous forme cristalline dans les lieux où l'on rencontre sur-tout le fer limoneux. Jusqu'ici il a été seulement reconnu dans cette espèce de mine. On a vérifié qu'il n'était presque aucun oxide de fer natif, sur-tout dans les lieux marécageux, dans les vallées couvertes de végétaux, qui ne contînt plus ou moins de phosphate de fer, et que c'était à sa présence qu'il fallait attribuer la mauvaise qualité du fer *cassant à froid* qu'on obtient spécialement de ces espèces de mines. Il est très-commun de trouver dans les mines de fer limoneux des parcelles plus colorées, plus denses, plus salines, distinguées du reste ou de la masse du simple oxide, comme des grains disséminés dans une pâte. Ces particules m'ont paru être le phosphate de fer pur, et je ne doute pas qu'on ne parvienne non-seulement à l'extraire de ces mines, mais à le trouver séparé dans la nature. Le phosphate de fer est très-caractérisé par sa propriété de former un phosphure, lorsqu'on le chauffe avec du charbon. Il se précipite de sa dissolution sulfurique en poudre blanche très-lourde, quoiqu'elle reste long-temps divisée ; on verra que c'est par ce phénomène que l'on reconnaît et que l'on analyse le fer cassant à froid, provenant de beaucoup de mines limoneuses, et qui contient du phosphure et et non pas du phosphate de fer, comme on l'a dit et répété dans un si grand nombre d'ouvrages de chimie. C'est par l'effet même de l'action de l'acide sulfurique sur ce phosphure de fer, et par l'oxigène que l'eau y porte, qu'il passe à l'état de phosphate de fer.

34. Le tunstate de fer natif dont j'ai déja parlé à l'article

du tungstène, peut être compté parmi les mines salines de fer, puisque c'est une combinaison d'acide tunstique et de l'oxide de ce métal mêlé à la vérité, ou plutôt saturé en partie d'oxide de manganèse. On lui donnait autrefois le nom de *wolfram*, formé de deux mots allemands qui signifient écume de loup, *spuma lupi*. On l'avait pris à différentes époques pour une mine d'étain arseniale, pour un mélange de manganèse de fer et d'étain, pour un schorl, pour un basalte chargé de fer, etc. etc. MM. d'Elhuyar, chimistes espagnols, ont les premiers découvert que c'était un véritable tunstate de fer. Ce sel est d'un noir brunâtre, en masses irrégulières, ou cristallisé en prismes hexaèdres comprimés, terminés par des pyramides tétraèdres, dont les angles sont tronqués. Il est brillant et presque métallique dans sa cassure feuilletée; il donne une poudre d'un brun rougeâtre; il est très-lourd; sa pesanteur est de 6.835; il est presque infusible seul; il se fond très-bien avec trois ou quatre fois son poids de potasse, qui forme du tunstate acalin dissoluble, et laisse l'oxide de manganèse et de fer à part. Il est aussi attaquable par l'acide muriatique, qui dissout le fer et sépare l'acide tunstique en poudre jaune. MM. d'Elhuyar l'ont trouvé composé de 0.65 d'acide tunstique, 0.22 d'oxide de manganèse, et de 0.13 d'oxide de fer. On voit, d'après ce dernier résultat, que si on a égard au principe le plus abondant de ce composé naturel, le wolfram doit être rapporté aux mines de tungstène; qu'il devrait, au moins en apparence, être plutôt encore rapporté au manganèse qu'au fer : mais on a pensé que l'oxide de manganèse n'y était que disséminé ou mêlé, qu'il n'était pas nécessaire à sa composition; et voilà pourquoi on lui a donné seulement le nom de tunstate de fer, dans lequel on croit que l'oxide de fer sature l'acide tunstique; et comme la couleur de ce sel, ainsi que sa nature, sa forme et ses propriétés ont paru être, en grande partie, dues au fer, on a généralement adopté sa classification parmi les mines de ce métal. Son seul et en même temps son important usage pour les chi-

mistes, est de servir à l'extraction de l'acide tunstique, qu'il fournit par le même procédé que le tunstate de chaux, c'est-à-dire par l'action successive de l'acide muriatique qui enlève les substances métalliques, et de l'ammoniaque qui prend l'acide.

35. Le carbonate de fer est une des mines les plus abondantes et les plus pures de ce métal. Dans la métallurgie, on le nomme souvent *mine d'acier*, parce qu'il fournit facilement cette espèce de modification du fer. On l'a nommé encore *fer spathique*, *spath martial* ou *ferrugineux*, *mine de fer blanche*, parce qu'il ressemble par sa couleur, ses lames et son tissu, à quelques *spaths calcaires*. Cette mine, qui est répandue avec profusion dans quelques lieux, et spécialement dans les Pyrénées, par la nature qui l'y a déposée en filons ou en couches épaisses et profondes, cristallisé, comme le carbonate de chaux, soit dans son rhombe primitif, soit dans les formes secondaires qu'il prend par les lois de décroissement des molécules rhomboïdales : aussi ce sel n'est-il jamais du carbonate de fer pur. Outre l'oxide de manganèse qu'il contient si souvent, et qui fait varier sa couleur du blanc au fauve, au rouge bleu, au brun noirâtre et au noir, suivant son état d'oxidation; il est toujours mêlé de carbonate de chaux, qui va, suivant Bergman, jusqu'à la moitié de son poids, et que le citoyen Haüy considère ingénieusement comme l'origine de sa forme, absolument comme il l'est des rhomboïdes du grès de Fontainebleau : en sorte que ses cristaux bien prononcés peuvent être regardés comme du carbonate de chaux mêlé de carbonate de fer, qui est interposé entre ses lames rhomboïdales, ainsi que l'oxide de manganèse. Ce n'est donc pas, comme l'ont cru autrefois les chimistes et les minéralogistes, de l'oxide de fer saturé immédiatement d'acide carbonique dissous d'abord dans l'eau et déposé ensuite sous forme cristalline, ni ce sel ferrugineux qui a remplacé la terre calcaire dont il aurait revêtu la forme comme coulé dans un moule; mais du carbonate de chaux mélangé de carbonate de fer, comme l'avait déja annoncé

Cronstedt, qui le premier a lié les connaissances de chimie à la méthode minéralogique. Cette mine a la propriété de noircir par l'action du feu, de donner de l'acide carbonique gazeux, soit par la distillation, soit par l'action des acides, de se colorer par le contact de l'air, et d'y prendre peu à peu une nuance brune et noire, par l'oxidation du manganèse qu'elle contient, ainsi que l'a prouvé Bergman dans sa belle Dissertation sur les mines de fer blanches, à l'occasion desquelles il a décrit d'une manière si complète et si méthodique pour l'époque où il l'a rédigée, les propriétés du manganèse, qu'on est porté à croire en la lisant avec attention, qu'elle a été faite plutôt pour fournir à son auteur l'occasion de traiter ce dernier métal, que pour faire connaître en détail les propriétés du carbonate de fer, sous le nom de *mine de fer blanche.* Bayen, en donnant en France, le premier parmi les chimistes, l'analyse du fer spathique, et en y montrant la présence de l'acide carbonique, a fait voir de plus, ainsi que Rouelle le cadet, qu'il était susceptible de se dissoudre dans l'eau chargée d'acide carbonique, et d'imiter ainsi très-exactement un grand nombre d'eaux minérales ferrugineuses.

36. On nomme prussiate de fer natif l'espèce d'oxide de fer coloré en bleu, toujours plus clair que la couleur du bleu de Prusse artificiel, qu'on trouve assez souvent dans les tourbières, les terres imprégnées d'oxide de fer où s'épurent et se décomposent par putréfaction lente des matières végétales et animales. Bergman a reconnu à cette espèce de faux bleu naturel des propriétés analogues au prussiate de fer fabriqué par l'art. On le tire souvent presque sans couleur de la terre, et il devient bleu par son exposition à l'air. Il est attaquable par les alcalis, ce en quoi il se rapproche du bleu de Prusse artificiel; mais il en diffère, parce que les acides l'altèrent bien plus que ce dernier. Il n'est pas encore bien connu.

37. Le citoyen Haüy distingue une dernière espèce de mine de fer qu'il nomme *fer quartzeux* : c'est l'émeril, substance

très-connue et très-employée pour user les pierres les plus dures. Il le regarde comme une combinaison particulière entre les molécules du quartz et celles du fer, et non comme un simple mélange, parce qu'il est plus dur que le quartz; ce qui n'aurait pas lieu si les deux matières n'étaient que mêlées. Il paraît que cela dépend de l'oxide de fer noir, qui jouit, comme on sait, d'une dureté excessive, au point qu'il ne peut être entamé que très-difficilement par les meilleures limes, et qu'il n'est pas nécessaire d'admettre une combinaison particulière entre le fer et le quartz pour expliquer cette propriété. C'est à cette espèce, qu'on peut regarder comme un mélange où la force d'aggrégation a rapproché les molécules quartzeuses et ferrugineuses, qu'il faut rapporter tous les autres mélanges du fer en différens états d'oxide, avec les sables, l'alumine, le carbonate de chaux, sous la forme de poussière ou de gravier, de sables ferrugineux, noirs, rouges ou jaunes.

38. Ainsi, par la méthode que j'ai exposée dans cette esquisse de l'histoire naturelle du fer, on peut rapporter les variétés si nombreuses des mines de ce métal à quinze espèces principales; savoir,

a. Le fer natif.
b. Le fer arsenié.
c. Le carbure de fer.
d. Le sulfure de fer.
e. Le sulfure de fer arsenié.
f. L'oxide noir de fer.
g. L'oxidule de fer pyrocite.
h. L'oxidule de fer oligiste.
i. L'oxide jaune ou rouge de fer.
k. Le sulfate de fer.
l. Le phosphate de fer.
m. Le tunstate de fer.
n. Le carbonate de fer.
o. Le prussiate de fer.
p. Le fer quartzeux.

Il faut ajouter à toutes les variétés comprises dans chaque espèce, non pas comme mines de fer, mais comme sortes d'annexes de ces mines, les pierres assez chargées de ce métal en oxide ordinairement noir, pour être attirables à l'aimant, ou aimant elles-mêmes, telles que les traps et certaines espèces de serpentines dures et sonores. On peut encore regarder une grande partie des laves volcaniques comme des matières assez riches en fer pour être rapprochées des mines de ce métal.

D. *Essai et métallurgie.*

39. Le nombre et la différente nature des mines de fer que je viens de faire connaître exigent des moyens ou des méthodes particulières pour être analysées. Cependant on a presque toujours eu jusqu'ici la coutume de les traiter d'une manière générale et semblable dans les essais par la voie sèche. On commence par griller les mines de fer, soit pour les désoufrer, soit pour les attendrir et les diviser; car il est aisé de voir que, sous le rapport de leur docimasie, on peut en général les considérer ou comme contenant du soufre, ou comme étant de simples oxides, ou comme chargées d'un acide. Quand celui-ci est volatil, il s'échappe comme le soufre des premières par le grillage; lorsqu'il est fixe, on n'emploie pas les mines qui le contiennent pour en extraire le métal, et on les réserve seulement pour quelques usages particuliers. Quand la mine est désoufrée, désacidifiée ou divisée par l'action du feu, il ne s'agit plus ensuite que d'en obtenir le métal par la fonte, en le séparant de la portion de gangue qu'elle peut contenir, et en lui enlevant l'oxigène dont elle peut être plus ou moins chargée. Pour cela on la mêle avec du charbon et des sels fondans, du borax, des alcalis, du verre, du muriate de soude. Les additions varient ici dans les divers procédés que les auteurs de chimie ont indiqués, et dont il faut exposer les principaux.

40. Bergman conseillait de placer la mine grillée ou non

grillée suivant sa nature et sa qualité particulières, et sur-tout les carbonates de fer ou les mines blanches *spathiques*, dans un creuset brasqué d'un demi-pouce de poussière de charbon dans le fond, et d'un huitième de pouce sur les côtés; de les couvrir de borax calciné; de luter par dessus un autre creuset, et de l'exposer à un feu de forge jusqu'à la fusion complète.

Le cit. Guyton a recommandé pour cette opération toujours difficile une espèce de flux dont il a obtenu les plus grands succès. Il consiste à mêler également huit parties de verre pilé, une partie de borax calciné, et une demi-partie de charbon; de prendre deux parties ou seulement trois partiesde ce flux si la mine est très-pauvre, et une de cette mine; à placer le mélange dans un creuset brasqué avec de la terre glaise et du charbon en poudre à un huitième de pouce d'épaisseur, en y lutant un couvercle; à échauffer ce vaisseau au feu de forge très-fort pendant une demi-heure. Il fait cet essai double avec de la mine grillée et de la mine non grillée, dont il ne prend pas plus de trois grammes. On obtient par là un culot de fer pur et ductile dont le poids indique la quantité de métal contenue dans la mine que l'on essaie.

M. Kirwan a donné dans sa Minéralogie un autre procédé extrait des Annales de Crell, pour essayer par la voie sèche les mines de fer argileuses et siliceuses, c'est-à-dire les oxides de fer mêlés d'argile et de silice. On prend quatre parties de la mine, 1.25 partie de chaux vive, 1.25 de fluate de chaux, une de charbon en poudre, et quatre parties de muriate de soude décrépité: quand le tout est bien mêlé, on le met dans un creuset brasqué de charbon, auquel on lute un couvercle; quand celui-ci est sec, on le place dans une forge, on donne une chaleur modérée pendant un quart d'heure, et la plus forte chaleur pendant trois quarts d'heure. Si l'on se sert de chaux éteinte, on en prend le double. Les mines de fer calcaires sont traitées de la même manière, en substituant à la chaux le double de fluate calcaire. Les mines sulfureuses sont essayées

après le grillage, en en traitant de la même manière quatre parties avec deux de chaux, deux de fluate de chaux, un tiers de charbon, et quatre parties de muriate de soude décrépité. Il faut avoir soin, dans ces procédés par la fonte, d'agiter un peu le creuset pour rassembler le métal.

41. L'essai par la voie sèche qu'on vient de décrire n'indique pas la nature du métal ou les alliages qu'il peut fournir, et ne donne que la quantité du fer. Mais les mines de fer contiennent souvent du manganèse, et il est important de pouvoir en reconnaître la présence. Voici ce que Bergman indique comme procédé propre à cela par la voie sèche. Il faut en chauffer à blancheur une petite quantité dans un creuset, projeter par dessus cinq fois son poids de nitre purifié, en ayant soin qu'il n'entre ni charbon ni cendre dans le creuset. Quand le mélange est refroidi, le haut du creuset sera couvert d'une croûte verdâtre ou bleuâtre, si la mine contient du manganèse. Ce n'est encore là qu'un moyen d'annonce ou qu'une indication qui ne donne aucune connaissance sur la proportion de ce métal cassant ; qui même, suivant la remarque du cit. Vauquelin, est susceptible d'induire en erreur, puisque l'alcali tout seul, l'oxide de fer ou les creusets peuvent produire une couleur verte sans qu'ils contiennent du manganèse. Mais on ne peut pas obtenir ce moyen par la voie sèche, et il n'y a que la docimasie humide qui puisse le fournir.

Le même chimiste donne aussi une méthode simple et facile pour déterminer la nature du fer cassant à froid ou à chaud. Il propose de fondre le métal qu'on a obtenu du premier procédé avec le quart de son poids de bon fer malléable dans un creuset brasqué et bien couvert. Quand le fer ainsi traité est cassant après avoir été refroidi, la mine d'où il provient fournit du fer cassant à froid. Si au contraire le fer allié se brise sous le marteau après avoir été chauffé à blancheur, la mine ne donnera que du fer cassant à chaud. Il est bien évident que tous ces résultats ne sont qu'approximatifs, et ne peuvent fournir que des indices.

42. Les essais que Bergman a proposés par le moyen des acides ou par la voie humide sont de véritables analyses beaucoup plus exactes que les procédés déja décrits, et donnent une connaissance certaine de la nature et de la proportion des composans des mines de fer. La méthode générale qu'il indique pour les oxides ferrugineux, en supposant qu'ils ne contiennent pas beaucoup de terre ou de matière pierreuse, est la dissolution dans l'acide muriatique, et leur précipitation au moyen des prussiates d'alcalis. Je n'ai point encore parlé de l'acide prussique, parce qu'il est le produit d'une décomposition particulière des substances organiques et que je ne dois en traiter en conséquence que dans les sections suivantes : mais il suffira de savoir ici, pour bien comprendre le procédé de Bergman, que dans un prussiate l'alcali est saturé par une substance que le fer dissous dans un acide lui enlève en lui cédant cet acide, et avec laquelle l'oxide de ce métal forme une belle couleur bleue connue sous le nom de bleu de Prusse, qui non seulement est un indice du fer, mais peut servir encore à faire connaître sa proportion. On ramasse ce précipité, on le lave, on le sèche et on le pèse : son poids, divisé par six, et en ôtant d'ailleurs 0.04 pour une portion de ce métal qui se trouve toujours dans le prussiate, donne assez exactement la proportion du fer contenue dans la mine. Dans le cas où cette mine contient en même temps du manganèse ou du zinc, ce qui est très-fréquent pour le premier de ces métaux, et un peu moins pour le second, voici comment on les reconnaît et on en estime en même temps la proportion, suivant Bergman. On calcine au rouge le bleu de Prusse précipité de la dissolution muriatique ; on le traite par l'acide nitrique, qui ne prend que l'oxide de zinc : quand celui-ci est enlevé, on verse du nouvel acide nitrique avec un peu de sucre ou de farine sur le résidu, et par ce second traitement on sépare l'oxide de manganèse, s'il y en a ; ensuite on dissout le restant, qui n'est plus que de l'oxide de fer, par l'acide muriatique, et on le

précipite par le carbonate de soude. Après l'avoir lavé et séché, on reconnaît par son poids, d'où on défalque la proportion d'acide carbonique qu'il contient, celui du fer en oxide : deux cent vingt-cinq parties de ce précipité répondent à cent parties de fer. Ce moyen de séparer les trois métaux en oxides pourrait s'appliquer à toutes les espèces de mines de fer, s'il était exact ; mais le citoyen Vauquelin a fait voir, dans son Analyse des aciers, qu'il étoit très-fautif, et que Bergman avait souvent pris du fer pour le manganèse.

43. Les mines de fer blanches ou les carbonates de fer mêlés de carbonate de chaux doivent être traités, d'après la méthode du même chimiste, en les chauffant d'abord assez fortement pour en chasser l'acide carbonique et l'eau, et en déterminer le poids ; ensuite on leur enlève la chaux par l'acide nitrique, qui ne touche point à l'oxide de fer, et qu'on laisse séjourner jusqu'à ce que cet acide se colore en jaune ; on précipite la terre calcaire par la soude. La portion métallique non dissoute est ensuite traitée comme ci-dessus. Rinman pensait que la pesanteur spécifique des mines de fer blanches pouvait suffire pour en connaître assez exactement la nature, et il avait trouvé que la pesanteur spécifique de ces mines était à ce fer qu'elles contiennent, sur cent parties, comme 4 est à 5.

Les mines de fer contenant du soufre, de l'alumine ou des matières pierreuses, sont aussi très-facilement analysées par l'acide muriatique. Si cet acide n'agit point assez sur les sulfures, on en aide l'action par un peu d'acide nitrique. Si la gangue n'est pas dissoluble, ce qui a lieu lorsqu'elle est de nature quartzeuse, on la retrouve après la séparation de l'oxide de fer. Si elle est alumineuse ou calcaire, on la précipite après le fer, qui est seul séparé par le prussiate, lequel laisse les terres pures dissoutes dans l'acide.

44. Quant à quelques sels natifs de fer, tels que le sulfate, le phosphate, le tunstate, il faut remarquer que le dernier s'essaie et se reconnaît, et est analysé exactement par le même

procédé que le tunstate de chaux. Le sulfate est si reconnaissable par sa saveur, et il est d'ailleurs si facile à analyser, comme on le verra dans l'histoire de ce sel artificiel, qu'il n'est pas nécessaire de traiter ici en particulier du mode de son examen. Le phosphate de fer, qui n'a encore été trouvé que disséminé dans des oxides de fer jaunes ou bruns, est bien distinct et bien caractérisé par sa propriété de se précipiter de ses dissolutions acides en une poussière blanche, par le seul repos. J'en parlerai plus bas avec plus de détails. Le fer quartzeux est assez difficile à traiter; cependant il ne résiste pas à l'action long-temps continuée des acides, ainsi que les sables ferrugineux et les différentes espèces d'ocres.

45. Le traitement en grand des mines de fer est un des plus beaux travaux compris dans la métallurgie. Ce sont en général les mines les plus réfractaires, les plus dures à traiter, celles qui exigent le plus grand feu et les meilleurs fourneaux. En général, ce traitement varie suivant l'état et la nature du fer dans ses mines. Il y en a qui n'exigent aucune préparation préliminaire avant d'être réduites et fondues; d'autres doivent être pilées et lavées, quelquefois même grillées, pour devenir plus tendres et plus fusibles. On fond en général les hématites, les fers limoneux, terreux, en masses, en grains, en pisolites ou en oolites, à travers les charbons. Les fourneaux qui servent à cette fusion ont depuis quatre jusqu'à douze et à treize mètres de hauteur; ils sont construits avec des briques très-réfractaires. Leur cavité représente deux pyramides quadrilatères, ou deux cônes alongés, qui ont leurs pointes au haut et au bas, et qui se réunissent par leurs bases vers la moitié de la hauteur des fourneaux: on nomme le lieu de leur réunion, ou la partie la plus large du fourneau, l'*étalage*. Vers le bas de ce vaste fourneau, on pratique un trou destiné à couler la fonte, et qu'on tient bouché avec de la terre, pendant que la mine se réduit et se fond. A ce trou, répond, au dehors du four-

neau, un canal triangulaire creusé dans le sol, et qui est destiné à recevoir le métal fondu. On commence par jeter dans le fond du fourneau quelques tisons allumés, sur lesquels on place du charbon de bois ou de terre, qu'on choisit sec et peu fusible ; au milieu de ce charbon, et presque pêle-mêle avec lui, on met la mine, à laquelle on ajoute ensuite quelques matières fondantes les plus communes et les plus faciles à trouver : ordinairement c'est du carbonate de chaux compact, qu'on nomme *castine ;* quelquefois on préfère des pierres argileuses qu'on désigne par le nom d'*arbue.* On recouvre tout ce qui est ainsi jeté dans le fourneau par une couche épaisse et dernière de charbon, qui s'élève jusqu'à l'ouverture supérieure du fourneau, qu'on nomme *gueulard.* On pousse à la fonte en donnant au feu la plus grande activité possible, au moyen de l'air comprimé qu'on y verse à l'aide de soufflets mus par l'eau tombante ou par la vapeur d'eau reçue dans une machine à vapeur : ce dernier instrument, d'une grande énergie, tel qu'il est établi dans les ateliers du Creusot près d'Autun, est nommé *machine soufflante.* L'oxide de fer se réduit et coule en métal à travers les charbons, au milieu et par le moyen desquels il est chauffé. En même temps les matières pierreuses ou terreuses qui accompagnent cet oxide, ou qui y sont ajoutées comme castine, se fondent, se vitrifient, favorisent la fusion du fer, qui commence dans la partie large, la plus chaude du fourneau, vers son étalage. Le métal se rassemble dans le lieu le plus bas du fourneau, qu'on appelle le *creuset*, et qui a de la pente vers le canal extérieur dont j'ai parlé. Lorsque la fonte est bien complète, on débouche avec un ringard le trou pratiqué vers le bas du fourneau : alors la matière métallique bien fluide s'écoule du creuset dans le canal qu'elle remplit peu à peu ; après le métal, coule en masse plus ou moins molle, ductile ou liquide et bien fondue, la substance vitrifiée qui forme le laitier, et qui se fige en verre opaque,

gris, vert, blanchâtre, bleuâtre ou même jaunâtre et brun, suivant la nature de la mine, et le feu qu'on a donné. Les ouvriers jugent souvent de l'état de leur opération et de la nature du métal qu'ils doivent avoir par les propriétés de ce laitier; ce qui suppose, de leur part, une longue série d'observations sur toutes les différences qu'il présente, comparées aux diverses circonstances qui accompagnent sa formation. Ce rapport entre le laitier et la nature du métal obtenu des hauts fourneaux exigera, pour être connu avec beaucoup d'exactitude, des expériences suivies et une analyse de toutes les variétés que ce laitier présente; analyse dont aucun chimiste ne s'est encore occupé.

46. Le métal ainsi réduit et coulé dans le canal triangulaire où il se fige en formant un gros lingot de la même forme, est nommé par les métallurgistes *fer crud*, *fonte* ou *fer de gueuse*, *fer coulé*, ferrum fusum, ferrum crudum. Ce n'est point encore du véritable fer. Dans ce premier état, et au sortir de l'opération des hauts fourneaux, il n'a point de ductilité; il est aigre et cassant: et c'est parce qu'il ne peut remplir encore aucun des usages du fer proprement dit, que, dans les arts comme dans la métallurgie, on le distingue soigneusement du fer par les noms que j'ai indiqués. Les métallurgistes et les chimistes ont eu long-temps des idées systématiques et erronées sur la nature de ce métal ainsi coulé, et sur les causes de ses différences avec le fer. Les premiers ont cru, et plusieurs autres parmi eux croient encore que sa propriété très-fusible, sa nature très-cassante, sa dureté excessive, son tissu grenu et semblable à celui des métaux cassans, dépendaient de la présence d'une plus ou moins grande quantité de scories vitrifiées ou de laitier qui y restaient unies au fer. Les chimistes, qui savaient, d'après leurs propres expériences, qu'une matière fondue en verre ne pouvait pas s'unir à un métal, avaient eu des idées très-différentes sur la nature de la fonte. Les uns pensaient avec Brandt qu'elle était due

à de l'arsenic allié au fer ; d'autres croyaient que le *zinc*, restant toujours uni à ce métal, était la véritable source des propriétés de la fonte ; il en était qui les attribuaient au manganèse. Mais comme aucune expérience positive n'avait prouvé la généralité de la présence d'aucun de ces trois métaux, ou leur constance dans les diverses espèces de fonte, les chimistes les plus exacts avaient fini par s'arrêter à l'idée de regarder le fer coulé comme du fer impur, non encore complétement ou parfaitement réduit, contenant en quelque sorte une portion d'oxide interposé entre ses parties ; cependant cette dernière assertion était encore en contradiction avec les connaissances exactes de la chimie, puisqu'il était bien reconnu qu'un oxide ne pouvait, en aucune manière, rester combiné avec le métal qu'il avait fourni. Aussi Bergman avait-il adopté une autre opinion sur la nature de la fonte ; il en attribuait les propriétés à la présence d'un métal particulier qu'il nommait *sydérite*, qu'on a bientôt reconnu comme une combinaison de phosphore et de fer, et qui, à la vérité, existe dans beaucoup de fontes, soit que cette matière provienne primitivement des mines limoneuses, soit qu'elle ait été fournie, comme cela arrive souvent, par certaines espèces de charbon de terre dont on alimente quelques hauts fourneaux. Mais quoique la présence de ce phosphure de fer ait lieu dans plusieurs fontes, et contribue à les rendre cassantes ; il suffit cependant qu'il y en ait qui n'en contiennent pas, pour qu'on n'attribue pas constamment la cause générale des propriétés du métal dans cet état à l'existence constante de ce composé dans le fer coulé : il fallait trouver une cause plus générale et constante dans toutes les fontes. Cette belle découverte fut due à trois savans français qui s'occupèrent en commun de cette recherche. Les citoyens Vandermonde, Monge et Berthollet trouvèrent, par de lumineuses expériences, et en employant en même temps toutes celles qui avaient été faites avant eux, sur-tout les

résultats de Bergman dans son analyse du fer, que la fonte n'était que du fer uni encore à une certaine proportion d'oxigène, et combiné en même temps à du carbone, et que les différences qu'elle présentait dépendaient de la proportion relative de ces trois matières. Leurs conclusions exactes et faciles à concevoir applanirent toutes les difficultés qui avaient jusque-là hérissé l'histoire de cette matière si utile, et expliquèrent avec clarté toutes les obscurités qui couvraient encore les divers procédés de la préparation ou de l'exploitation des diverses mines de fer.

47. Les métallurgistes distinguent avec soin plusieurs espèces, ou plutôt plusieurs variétés de fontes, et sur-tout quatre principales, désignées par les noms de fonte *blanche*, de fonte *grise*, de fonte *noire*, de fonte *truitée*.

A. La fonte blanche, très-reconnaisable à cette couleur brillante, d'un grain grossier, très-cassante, et la plus rapprochée de ces métaux fragiles qu'on nommait autrefois des *demi-métaux*, est en général la plus mauvaise et la moins *résistante de toutes*; elle contient le plus d'oxigène, ou se rapproche le plus de l'état de mine en oxide; elle tient ordinairement beaucoup de phosphure de fer; elle ne peut guère être employée que pour couler des ouvrages qui ne doivent résister ni à des pressions, ni à des chocs, et qui sont destinés à rester en place, telles que des plaques de cheminées.

B. La fonte grise, qui tient le milieu entre la blanche et la noire, doit cette couleur à une proportion plus grande de carbone, et a moins de phosphure de fer; souvent même elle ne contient pas du tout de ce dernier composé: cause de la fragilité de la fonte précédente et du fer qui en provient; elle est d'un tissu serré, peu brillant, d'un grain très-fin; elle se laisse limer et tourner facilement. C'est en général la fonte de meilleure qualité; elle casse assez difficilement; elle a de la ténacité et de la résistance entre ses molécules; elle est très-peu altérable; elle est plus douce que la plupart des

autres : aussi elle est employée avec avantage pour le coulage de beaucoup d'instrumens qui doivent résister aux poids, aux percussions, aux efforts et aux pressions quelconques, tels que les rouages, les volans, les canons de marine et de siége.

C. La fonte noire diffère de la précédente, en ce qu'elle contient beaucoup plus de carbone qui lui donne sa couleur; elle provient de la trop grande quantité de charbon employé pour l'obtenir, et du long séjour que la mine a fait dans son contact avec ce corps. Elle serait de l'acier, si on lui enlevait l'oxigène qu'elle contient : aussi elle est très-propre à se convertir en ce composé ; elle est très-fusible, mais susceptible de se briser en éclats par le choc, presque comme le verre, sur-tout quand elle est exposée à de subites et à de grandes variations de température : aussi ne l'emploie-t-on qu'à des usages où il ne faut que peu ou point de résistance, et à la fabrication de pièces peu importantes.

D. La fonte truitée, ainsi nommée parce que, sur un fond gris ou blanchâtre, elle offre dans sa cassure beaucoup de points noirâtres, plus ou moins étendus, comme ces taches que l'on voit sur la peau des truites, est un mélange de fonte blanche ou grise, et de fonte noire disséminée plus ou moins irrégulièrement dans la masse de la première. Elle participe des propriétés des deux, et provient d'une fusion inégale ou d'un refroidissement trop subit.

La nature bien connue de la fonte en général la présente comme du fer légèrement oxidé encore et plus ou moins carboné, et, en montrant sa différence d'avec le fer, explique facilement les propriétés qui la caractérisent. La présence de l'oxigène fait voir pourquoi elle a donné à Bergman, dans ses ingénieux essais, sensiblement moins de gaz hidrogène que le fer ; pourquoi elle est beaucoup moins altérable que lui par l'air et par l'eau ; pourquoi, à mesure qu'on lui fait subir des fusions successives, sur-tout dans les fourneaux de ré-

verbère, comme cela se pratique sur-tout pour la fonte des pièces d'artillerie, des cylindres d'un grand diamètre, des larges volans et de tous les grands ustensiles en général, elle se rapproche peu à peu de l'état de fer, et donne à chaque fois, suivant la forme et la durée du feu qu'elle éprouve, une portion plus ou moins abondante de carbure de fer véritable, bien reconnu par les trois physiciens cités ci-dessus; pourquoi, toutes les fois qu'on la puise fondue pour la couler par parties dans de petits moules, elle laisse sur les cuillers qui servent à cet usage un enduit brillant écailleux de carbure de fer très-reconnaissable. Une observation constante confirme sur-tout le dernier résultat: c'est qu'on trouve souvent dans les fourneaux où l'on traite les mines de fer pour obtenir la fonte, ainsi que dans les creusets où on la refond souvent, des morceaux même cristallisés de carbure de fer artificiel.

48. L'art ingénieux par lequel on convertit la fonte en fer proprement dit découle immédiatement de ce qui vient d'être exposé: on conçoit bien qu'il ne consiste que dans la séparation de l'oxigène et du carbone, dont l'union avec le fer constituait la fonte ou le fer coulé. Pour remplir cette condition, on expose à une haute température cette fonte que l'on se propose d'affiner. Le fourneau qui sert à cet affinage est une forge en fer un peu creuse, sur laquelle on place une masse de fonte que l'on entoure de toutes parts de charbon de bois; une tuyère porte sur ce combustible une grande quantité d'air mu avec une vîtesse plus ou moins forte. Comme la principale opération consiste à faire brûler le carbone contenu dans la fonte aux dépens de l'oxigène qui y est uni en même temps, et de chasser à la fois ces deux corps qui doivent se dégager combinés en gaz acide carbonique, il est nécessaire de faire fondre la masse, et d'en présenter successivement toutes les surfaces au dehors de la fonte, et de manière que l'acide gazeux puisse se dégager librement. Voilà

pourquoi, quand la fonte est ramollie, on la pétrit avec des ringards. On la retourne, à beaucoup de reprises, comme une véritable pâte. Par ce mouvement, le charbon extérieur ou de la forge enlève lui-même une portion de l'oxigène à la fonte, et son propre carbone en emporte en même temps une autre partie; la masse est à son extérieur dans une continuelle effervescence; les molécules du fer ainsi purifié se rapprochent peu à peu, se resserrent et s'unissent plus étroitement. Une partie du carbone de la fonte tend aussi à se séparer en carbure de fer; le phosphure ferrugineux, qui est souvent contenu dans la masse, reste toujours fluide, tandis que la portion de fer déja affiné, et qui est bien plus difficile à fondre que la fonte elle-même, commence à se figer, à devenir moins pâteuse; ce dont l'ouvrier qui la foule avec son ringard s'apperçoit à la difficulté qu'il éprouve à mouvoir et à retourner cette masse plus dense et plus voisine de sa solidité. Aussi dit-il alors, dans son langage très-expressif, que le fer *prend nature*. Alors il cesse de pétrir; il porte sa fonte prenant déja nature de fer, sur une forte enclume placée près du fourneau d'affinage; il la frappe avec un marteau très-pesant, mu par une machine à eau ou à vapeur. Cette percussion rapide rapproche les molécules du fer, exprime la portion de phosphure de fer encore liquide placé entre ses molécules, en détache le carbure de fer, ainsi qu'une partie de fer oxigéné qui recouvre la surface, et achève ainsi la purification du métal que l'action du feu et le pétrissage avait déja commencée. C'est ainsi qu'on obtient le fer proprement dit, le fer forgé, *ferrum cusum*.

49. Ce fer, presque toujours le produit de l'affinage et du martelage de la fonte, peut cependant être obtenu quelquefois sans fusion préliminaire et par une sorte d'affinage primitif. C'est ce qu'on observe dans le traitement de certains carbonates de fer et de quelques mines en oxide oligiste, tel que le fer de l'île d'Elbe. Il suffit de chauffer fortement, de

ramollir subitement ces mines, au milieu du charbon allumé qui en opère promptement la réduction, et de porter sur le champ cette espèce de fonte extemporanée sous le marteau pour en séparer les corps étrangers, la portion de laitier qui y adhère encore, ainsi que les divers corps étrangers, ou la fonte elle-même, qui y sont encore mêlés et fondus. Ce procédé est nommé *méthode catalane*, parce qu'on le pratique fréquemment en Catalogne ; souvent même cette pratique simple et fondée, comme on le conçoit, sur la nature de la mine elle-même, donne facilement de l'acier, parce qu'en traitant ainsi du carbonate de fer qui contient ce métal à l'état de pur oxide, on lui enlève aisément son oxigène, tandis qu'on y introduit du carbone. C'est pour cela qu'on nomme ce produit *acier naturel*, et les mines qui le fournissent, *mines d'acier*, comme je l'ai déja annoncé plus haut.

5o. Le fer affiné ou extrait de la fonte par les moyens indiqués est distingué par les fabricans et les divers ouvriers qui l'emploient, en différentes espèces suivant les propriétés dont il jouit et les différentes substances qu'il peut retenir encore en combinaison. On reconnaît d'abord du fer doux, et du fer aigre, souvent caractérisé par l'expression de *fer rouvrain*. Le fer doux est très-ductile ; il s'aplatit et se forge aisément à froid ; il est encore très-facile à travailler : on le plie à volonté, et on lui donne toutes les formes possibles. Celui qui, cassant après avoir été plié plusieurs fois dans le même endroit, présente dans sa cassure des filets ou fibres très-manifestes et très-sensibles, est nommé *fer nerveux*, parce qu'il résiste à la fracture et se laisse tirailler ou alonger plus ou moins avant de se rompre. Il faut observer cependant que le fer le plus nerveux dans son tissu peut être cassé net et d'un seul coup, si ce coup est très-violent et très-subit : de sorte qu'on ne verra plus ensuite son nerf intérieur ; tandis qu'en frappant à petits coups successifs et mesurés le fer le plus rouvrain, on peut lui faire présenter l'apparence de fibres et de

nerfs dans son tissu. On doit plus spécialement s'attacher à examiner le grain des fers cassés tous de la même manière, afin d'avoir un terme exact de comparaison, si l'on veut acquérir quelques notions précises sur leurs différences à la seule inspection. Le fer rouvrain ou aigre a un grain plus ou moins gros, ou une cassure remplie d'écailles brillantes, presque comme celles des véritables métaux fragiles. Le fer doux ne présente dans sa cassure subite que de très-petits grains serrés ; et pour peu qu'on le plie avant de le rompre, ou qu'on ne le rompe que par plusieurs coups successifs, il offre des fibres bien sensibles et même courbées dans la fracture.

51. On reconnaît encore des différences très-remarquables dans deux espèces de fer, l'un qu'on nomme *fer cassant à froid*, l'autre qu'on désigne par l'expression de *fer cassant à chaud*. Le premier va quelquefois jusqu'à se briser au moindre effort et presque comme du verre : il doit manifestement cette propriété au phosphure de fer qu'il contient, et on s'en assure, on en reconnaît en même temps la proportion en le dissolvant dans l'acide sulfurique étendu d'eau. Cette dissolution, conservée quelque temps dans un vaisseau conique, devient blanche et laiteuse ; elle laisse déposer peu à peu le phosphate de fer que le phosphure a formé par l'effet de la dissolution. Le second de ces fers se forge très-bien à froid ; mais, par une propriété singulière, à mesure qu'on le chauffe davantage, il devient fragile quand il est rouge blanc, et se brise plus ou moins fortement, tantôt comme du verre, et tantôt en se fendillant et se gerçant. On pense généralement aujourd'hui que cette dernière propriété dépend d'un alliage de quelques métaux étrangers, tels que le manganèse, et sur-tout l'arsenic ; que ce dernier, formant un alliage très-fusible, se ramollit dans les lieux où il se trouve disséminé ou logé entre les interstices du fer qui n'éprouve pas le même ramollissement, en sépare les molécules ou diminue singulièrement leur adhérence réciproque : ce qui le fait briser quand on le frappe.

52. Quant à l'acier, troisième état très-remarquable du fer, je n'en parlerai point ici, parce que c'est une combinaison particulière du fer et du carbone, souvent allié de phosphore, dont l'histoire sera mieux placée à son rang dans celle des composés du fer avec des corps combustibles : c'est d'ailleurs du fer proprement dit qu'il faut examiner les propriétés chimiques; et l'acier ne peut être considéré que comme un de ses composés, une de ses modifications.

E. *Oxidabilité du fer par l'air.*

53. Personne n'ignore que le fer exposé à l'air est de tous les métaux celui qui s'altère le plus, qui se convertit en rouille, se brise peu à peu en poussière jaune, et se détruit ainsi tout entier, même dans les morceaux les plus gros ou les plus épais, qui s'usent jusqu'à leur centre et se mêlent enfin à la terre, dont ils prennent la forme. Telle est la raison pour laquelle l'oxide de ce métal est si abondant et si fréquent parmi les fossiles, et semble, en se combinant à tous les autres corps, en se glissant, pour ainsi dire, parmi tous les composés, destiné à recouvrir et à colorer toute la surface du globe. On attribuait autrefois cet effet aux sels contenus dans l'air, sans avoir aucune connaissance réelle de la cause de cette forte altération. Depuis l'établissement de la doctrine pneumatique et les découvertes qui l'ont fondée, ce phénomène est un des faits chimiques les mieux connus. On sait que le fer est, dans l'ordre des métaux, le second, et immédiatement après le manganèse, relativement à sa propriété combustible, à sa tendance pour absorber et condenser à froid l'oxigène atmosphérique. On en a la preuve par une expérience aussi simple que décisive. En plongeant des fils de fer dans du gaz oxigène enfermé dans une petite cloche au dessus du mercure, on voit le volume de ce gaz diminuer au bout de quelques jours, le fer se rouiller à mesure, se

gonfler ou se boursoufler en apparence, se couvrir d'une poussière ou de fines écailles jaunâtres, qui se lèvent de dessus sa surface, qui ne tiennent que peu à la couche métallique, et qui finissent par pénétrer dans son intérieur, si la quantité du gaz oxigène est suffisante, et le contact entre les deux corps prolongé assez long-temps. Un peu d'eau favorise singulièrement cette action, et l'on verra plus bas pourquoi. Il y a un peu de calorique mis en liberté, et la température s'élève sensiblement dans l'intérieur de l'appareil. Le fer, en s'oxidant ainsi à froid et spontanément, augmente de poids dans la proportion juste de celui que le gaz oxigène perd. Le même procédé, pratiqué dans le gaz azote bien pur, ne produit rien de semblable. Ainsi, en considérant l'action de l'air entier sur le fer, on voit qu'elle dépend du gaz oxigène qu'il contient, et qu'elle consiste dans une combustion lente, dont le produit est la rouille qui ronge ce métal.

54. Autrefois on se servait de cette oxidation spontanée du fer à l'air pour préparer un médicament qu'on nommait *safran de Mars apéritif*. On exposait dans des vases de terre ou des verres neufs de la limaille de fer à la rosée de mai. Les idées que les alchimistes avaient conçues sur les effets de cette rosée, quoique chimériques sur leur cause, n'étaient pas sans fondement sur leur résultat. Il paraît certain que l'eau précipitée de l'air par son refroidissement pendant la nuit, est assez chargée de gaz oxigène pour agir avec une énergie très-sensible sur les corps qu'on y expose. C'était donc par la double action de l'oxigène atmosphérique et de l'eau que cette oxidation s'opérait. Le fer ainsi oxidé absorbait peu à peu l'acide carbonique de l'atmosphère, et jaunissait en devenant du carbonate : et en effet la rouille de fer, comme l'ancien *safran de Mars apéritif*, qui n'est qu'une espèce de rouille, traitée dans des vaisseaux fermés, donne du gaz acide carbonique, et passe à l'état d'une poudre noire qui n'est qu'un véritable oxide, comme on le prouvera bientôt. En raison de cette fa-

cilité avec laquelle le fer s'oxide spontanément et à froid à l'air, on a cherché depuis long-temps à le préserver de la rouille et à le conserver avec toutes ses propriétés, pour rendre son usage plus avantageux et sa durée plus permanente. Les couches de couleurs huileuses, siccatives et de vernis, une application d'huile souvent renouvelée et toujours entretenue, un enduit de carbure de fer rendu plus ou moins adhérent par la pression et par les mordans, des lames même de métaux beaucoup moins oxidables spontanément, comme l'étain, et même de ceux qui sont les plus précieux, comme l'argent et l'or, dont on réduit alors la condition à servir de conservateur et de soutien au fer, constituent les moyens les plus sûrs et les plus employés qu'on a mis en pratique pour remplir ce but.

55. La propriété combustible du fer s'accroît beaucoup avec la température. On ne peut pas chauffer ce métal avec le contact de l'air, sur-tout jusqu'à le faire rougir même obscurément, sans qu'il se brûle. Lorsqu'on fait cette opération sur de gros morceaux ou des barres de fer, elles se ternissent à leur surface; elles deviennent d'abord noires; ensuite cette surface se soulève, augmente de volume, se boursoufle, se sépare de la portion de fer non brûlée située au dessous. Si on les laisse refroidir dans cet état, et si on les frappe, on en détache des plaques noirâtres, cassantes et aigres comme du verre, d'un tissu très-serré et très-dur dans leurs dernières molécules, qu'on nomme *batitures* de fer, à cause du procédé qu'on suit pour les obtenir : c'est pour cela que les métallurgistes et les ouvriers qui connaissent bien cet effet, auquel tient la destruction très-prompte des plus grosses barres de fer en grille ou en support dans les fourneaux, pensent généralement qu'on ne peut pas faire fondre du fer sans le brûler; et cela est exact quand on le fond avec le contact de l'air. Les batitures de fer bien broyées donnent une poussière noire attirable à l'aimant. Fort semblables à l'oxide oligiste ou oxidule, si on les observe avec soin, on reconnaît qu'elles

ont éprouvé une véritable fusion au moins pâteuse; que c'est à cette fusion qu'elles doivent leur boursouflement ou leur soulèvement; que les molécules qui les composent se sont cristallisées par le refroidissement; que leur rapprochement les rend plus dures et plus cassantes que n'étaient celles du fer, et que si on les broie le plus finement qu'il est possible, elles forment une poussière noire brillante. La portion de fer ainsi brûlé ou oxidé a augmenté de poids de 25 à 27 sur 100 du métal. C'est elle qui forme dans tous les travaux où l'on chauffe du fer, où on le laisse plus ou moins long-temps plongé rouge dans l'air, où on le frappe après l'avoir fait rougir pour le forger, le souder, ces lames, ces feuillets, ces fragmens irréguliers, ces espèces de scories qui sont si fréquentes dans les ateliers où on traite ce métal. Il ne faut cependant pas les confondre avec les véritables scories mieux fondues, fritées ou vitrifiées, qu'on nomme *mâchefer*, et qui contient des terres ou des cendres de charbon de terre, combinées avec l'oxide de fer par la vitrification.

56. Tout le monde a pu remarquer encore que ces battitures de fer, long-temps chauffées avec le contact de l'air, ou plusieurs fois de suite exposées au feu, prennent une nuance de rouge brun très-sensible : c'est une continuité d'oxidation qu'on opère bien mieux lorsqu'on fait chauffer et rougir fortement du fer en limaille, qui, après avoir pris la couleur noire, passe ensuite au brun ou au rouge foncé. Dans cet état, qu'on n'obtient que par une agitation continuelle en même temps qu'à une haute température soutenue pendant plusieurs heures de suite, l'oxide de fer contient plus de 0.40 d'oxigène, et il est sous la forme de poussière plus ou moins tenue. On nommait autrefois cet oxide brun *safran de Mars astringent*. Les propriétés de cette espèce d'oxide diffèrent de celles du précédent ou de l'oxide noir. On peut y distinguer deux portions d'oxigène, parce qu'elles y adhèrent avec des degrés de force différens. Les 0.25 de ce principe y tiennent bien plus que

les 0.15 à 0.20 qui y sont ajoutés dans l'état d'oxide brun : on pourrait appeler la première portion *oxidulante*, et la seconde, *oxidante*. Celle-ci peut être aisément enlevée par le fer métallique, qui, en partageant avec le premier cet oxigène oxidant, constitue un oxide noir uniforme dans toute la masse. C'est ainsi que le citoyen Vauquelin a trouvé qu'en chauffant parties égales de fer en limaille et d'oxide de fer rouge, on obtient, sans qu'il se dégage rien, un total d'oxide noir qui ne contient plus qu'environ 0.25 d'oxigène, tandis que l'oxide rouge en contenait auparavant 0.40 à 0.49. L'oxide brun de fer n'est pas d'ailleurs réductible par la seule action du feu, et ne laisse pas séparer son oxigène par le seul calorique.

57. Tous les phénomènes déja indiqués d'oxidation du fer n'appartiennent qu'à sa combustion lente ; et il est cependant un assez grand nombre de circonstances où ce métal brûle avec une rapidité et une énergie qui représentent une véritable déflagration, une inflammation plus ou moins violente. Quand on jette, par exemple, de la limaille de fer dans un brasier bien ardent, elle brûle avec des étincelles et une décrépitation très-sensibles. La même chose a lieu lorsqu'on la fait tomber sur la flamme d'une bougie, ou lorsqu'on lance à travers de la limaille très-fine. En visitant les fourneaux où l'on fond ces mines, les forges où l'on affine la fonte, les usines où on refond la fonte au réverbère, et où on la coule dans de vastes moules, les ateliers où l'on donne au fer une chaude pour le forger, en le frappant à coups redoublés : on voit par-tout brûler ce métal avec une flamme vive, avec des étincelles très-brillantes et lancées au loin comme des gerbes de feu ou d'artifice. En faisant passer à travers des fils même assez gros de ce métal l'étincelle électrique foudroyante, au moyen d'une forte batterie, on voit, comme l'a le premier indiqué le professeur hollandais Van-Marum, les fils s'enflammer avec bruit, perdre leur tissu et leur solidité, se pulvé-

riser avec fracas, et se dissiper dans l'air en une fumée qui se condense en poussière d'un brun noirâtre. Enfin, le simple art de battre le briquet, si ingénieusement imaginé pour se procurer du feu, n'est fondé que sur la propriété qu'a ce métal même à l'état d'acier, de s'allumer et de s'enflammer dans l'air; et les étincelles que l'on obtient ne sont que des parcelles de fer détachées du briquet par la pierre dure, si fortement comprimées et percutées, qu'elles rougissent sur-le-champ, et qu'elles s'enflamment à l'aide du gaz oxigène atmosphérique : aussi, en recueillant le produit de ces étincelles sur des papiers blancs, on obtient une poudre noire dont chaque grain, fortement grossi par la loupe, offre un petit boulet arrondi et creux d'oxide noir de fer très-cassant, quoiqu'encore attirable à l'aimant.

58. On augmente beaucoup encore l'énergie et la rapidité de cette combustion ardente lorsque l'on plonge un fil de fer rougi dans un verre rempli de gaz oxigène, comme Ingenhousz l'a observé le premier. On a tellement varié et agrandi son expérience, qu'on en fait aujourd'hui une de celles qui donnent le plus beau spectacle qu'on puisse voir. On remplit un flacon de verre blanc, qui porte un fond mastiqué de cuivre, en laissant un peu d'eau sur son fond : on attache à un bouchon de liége, recouvert à sa face inférieure d'une couche de fer-blanc pour empêcher le liége de prendre feu, un fil de fer de clavecin, ou un ressort mince de pendule, à l'extrémité duquel on place un peu d'amadou allumé; on y remet ensuite le bouchon dans le goulot du flacon : l'amadou, plongé dans le gaz oxigène, s'allume vivement, fait rougir l'extrémité du fil ou du ressort; et celui-ci, une fois bien rouge, se fond et brûle avec des gerbes et des étincelles très-brillantes et très-nombreuses. Chacune d'elles, ainsi que la portion de fer fondu et rouge blanc qui tombe goutte à goutte de l'extrémité du fer, recueillie au fond de l'eau, est une petite sphère creuse d'oxide de fer noir fondu. Souvent, si le

gaz oxigène est bien pur et assez abondant, tout le fer brûle, avec cet éclat brillant, jusqu'à la dernière molécule qui y est plongée. Lavoisier a constaté qu'il augmentait d'environ de 0.27 pour 100. On produit le même incendie du fer en versant, à l'aide d'un tube, du gaz oxigène sur le fer fondu au chalumeau dans un creuset de charbon. On donne encore naissance à un phénomène analogue sans avoir recours à l'action du gaz oxigène, soit en enfonçant dans la flamme d'une bougie ces fils de fer extrêmement fins, qui forment la base des plus petites branches des carcasses que les femmes emploient pour leurs bonnets, soit en exposant du fer au foyer des verres ardens, qui rassemblent les rayons solaires : enfin, on verra par la suite que beaucoup de corps qui portent une grande quantité d'oxigène, et qui le laissent séparer promptement, ont la même propriété d'enflammer le fer et de le faire brûler avec bruit et étincelles. On voit donc qu'il en est de ce métal comme de beaucoup de corps combustibles, qui ont deux manières de brûler, l'une lente, et l'autre rapide.

F. *Union avec les corps combustibles.*

59. Le fer est une des matières qui se combine le mieux avec les différens corps combustibles, et qui fournit dans ses combinaisons le plus grand nombre de composés utiles. On ne connaît pas cependant d'union immédiate entre lui, l'azote et l'hidrogène ; il paraît néanmoins que, dans quelques circonstances, le gaz hidrogène peut dissoudre et entraîner avec lui un peu de fer avec du carbone. On sait que l'hidrogène, même dans l'état de gaz, est susceptible d'enlever à son oxide rouge la portion d'oxigène qui y est contenue au-delà de son oxidation en noir, et que c'est ainsi que le contact de ce gaz chaud, sur-tout avec de l'oxide rouge de fer, le fait bientôt repasser à l'état d'oxide noir, sans pouvoir lui enlever jamais la partie d'oxigène qui lui est unie dans ce der-

nier état, et qui adhère très-fortement au fer, comme je l'ai déja fait voir.

60. Le carbone se combine facilement avec le fer, lorsque celui-ci est fondu ou seulement sur le point d'être fondu en contact avec du charbon très-divisé. Quand le charbon absorbe lui-même un peu de fer, et seulement un dixième de son poids, il devient moins combustible qu'il n'était. Il prend le brillant métallique; il est en un mot du carbure de fer qu'on prépare artificiellement dans une foule de circonstances, soit en chauffant fortement des charbons déja ferrugineux dans des vaisseaux fermés, soit en décomposant à un grand feu des matières organiques qui contiennent un peu de fer, et qui, réduites à l'état charbonneux, montrent souvent dans leur résidu le caractère de carbure de fer; soit, et c'est le procédé le plus fréquent de sa fabrication artificielle, en fondant le fer au milieu de charbons entassés, dont une partie prend ce caractère, ou en refondant plusieurs fois de suite de la fonte, de laquelle il se sépare réellement à chaque fois une certaine quantité de ce composé; soit en chauffant fortement sur du fer des huiles et des graisses qui, en se charbonnant à sa surface, y forment une couche adhérente de carbone ferrugineux capable de le défendre contre sa propre oxidation.

61. Il y a un second genre de combinaison entre le fer et le carbone d'une bien plus grande importance encore que celle du carbure de fer par ses propriétés et ses nombreux usages. Elle est opposée à la précédente par ses proportions : ce n'est point un composé de beaucoup de carbone et de peu de fer, c'est au contraire un composé de beaucoup de fer et de peu de carbone. On le connaît sous le nom d'acier, *chalybs*. La théorie de sa fabrication, qui a pendant long-temps occupé les chimistes, sur laquelle ils ont eu des opinions très-différentes suivant les divers degrés d'avancement de la science, depuis les premières notions données par Aristote et Pline qui la connaissaient, jusqu'à Réaumur, qui, dans son ouvrage monographique sur cette

composition, s'est le plus approché de la vérité, a enfin été mise hors de doute d'après les expériences de Bergman, de Réaumur, du citoyen Guyton, cónfirmées, étudiées et comparées par celles des citoyens Vandermonde, Monge et Berthollet. Il résulte de toutes ces recherches comparées les unes aux autres, que, dans le cas où l'on enlève rapidement l'oxigène à la fonte sans lui enlever en même temps le carbone, ou bien en lui restituant celui qui s'échappe de son intérieur avec cet oxigène sous la forme d'acide carbonique, on obtient de l'acier : c'est celui qu'on nomme *acier naturel ;* que dans toutes les circonstances où l'on chauffe plus ou moins long-temps et assez fortement pour le bien ramollir, du fer pur ou doux, entouré en même temps de charbon très-divisé, celui-ci pénètre l'intérieur du fer, se combine couche par couche avec lui, et le fait passer à l'état d'acier du dehors au dedans : celui-ci est nommé *acier de cémentation*, *acier factice*. On le fabrique en général de la manière suivante. On place des barreaux de fer dans un creuset, de manière qu'ils soient entourés de toutes parts de charbon en poudre, sans se toucher, et sans toucher aussi les parois du creuset ; on recouvre et on lute bien ce vase ; on le chauffe dans un bon fourneau jusqu'à le porter au rouge blanc pendant sept à huit heures. Quand le tout est bien refroidi, on trouve le charbon dans le même état où on l'a mis ; les barreaux conservent leur forme et leur situation ; ils sont seulement chargés de quelques boursouflures qui annoncent le ramollissement de leur surface et le dégagement d'un gaz. Mais leur intérieur découvert par l'action de la lime offre un état bien différent de ce qu'il était. Son grain est plus gros et plus brillant qu'auparavant ; il est aigre et cassant ; il a besoin d'être chauffé et forgé pour recouvrer sa ductilité ; il est alors plus malléable qu'il ne l'était. Si on le plonge dans l'eau froide après l'avoir fait rougir, il prend une dûreté que le fer n'acquiert jamais par le même procédé ; si on le touche avec de l'acide nitrique, il présente

une tache noire à l'endroit touché, en un mot il est converti en acier.

62. Voici les principales propriétés qui distinguent l'acier du fer. Outre celles que je viens d'indiquer en général, il prend un poli plus vif que lui et une couleur plus blanche; il est un peu plus pesant; il est plus ductile quand il a été forgé; il acquiert par la trempe une dureté et une élasticité très-fortes, ainsi que la qualité sonore qu'on reconnaît dans l'instrument nommé triangle; il est moins attirable à l'aimant, reçoit plus lentement, mais conserve mieux que le fer la propriété magnétique; la percussion et le frottement la lui communiquent à un plus haut degré; il ne s'oxide point si promptement à l'air: il partage, à la vérité, cette propriété, ainsi que plusieurs autres, avec la fonte. Quand on le chauffe avec le contact de l'air à la simple chaleur du recuit, il se colore bien plus sensiblement que le fer, et passe successivement par des nuances constantes, à l'aide desquelles on juge et on détermine même l'espèce de recuit divers qu'on lui donne dans les arts. En perdant en même temps la dureté que la trempe lui avait communiquée, il passe sur les surfaces polies au blanc, au jaune, à l'orangé, au pourpre, au bleu; et cette dernière nuance disparaît enfin pour faire place à la couleur d'eau, lorsqu'on lui donne le plus fort recuit. En brûlant l'acier il exhale une petite flamme bleue, et souvent une odeur d'ail: aussi y trouve-t-on toujours par l'analyse une petite proportion de phosphore, comme il résulte des dernières expériences faites par le cit. Vauquelin sur différentes espèces d'acier comparées. Rinman a trouvé qu'il était près de deux fois plus dilatable que le fer par la chaleur: la fonte se rapproche de lui par cette propriété; il est moins fusible que la fonte et plus fusible que le fer. On peut le couler et lui conserver sa ductilité: mais cet acier fondu est ensuite très-difficile à brûler au feu, et ne peut pas se souder au feu sans une autre espèce d'acier intermédiaire. Il brûle avec des étincelles rouges et moins bien que

le fer. Il donne plus de gaz hidrogène par l'action des acides sulfurique et muriatique que la fonte, et moins que le fer doux ; et ce gaz hidrogène est toujours carboné. Dans toutes ses dissolutions il reste une poudre noire qui est du carbure de fer, plus abondant dans l'acier de fonte que dans celui de cémentation, et variant singulièrement dans ses proportions, suivant les diverses espèces d'acier que l'on dissout. C'est à ce carbure de fer séparé qu'est due la tache noire formée sur les aciers par l'acide nitrique, tache qui forme un très-bon caractère distinctif pour reconnaître l'acier d'avec le fer. Par sa détonation avec le nitre et le muriate suroxigéné de potasse, l'acier donne des étincelles plus rouges que la limaille de fer ; il fournit de l'acide carbonique qu'on peut recueillir en gaz, et par la quantité duquel on peut savoir la proportion de carbone qu'il contient.

63. L'analyse des aciers, faite par Bergman, Rinman, les citoyens Guyton, Berthollet et Vauquelin, en donnant à la science les résultats généraux que je viens de faire connaître, a prouvé encore qu'il ne fallait que quelques millièmes de carbone pour convertir le fer en acier ; que l'on ne connaît point encore le *minimum* du carbone nécessaire pour opérer cette conversion ; que le *maximum* qu'il atteint très-facilement lorsqu'il est trop cémenté, le rapproche en quelque sorte de l'état de fonte noire ; que le phosphore y est contenu assez constamment à la dose de la moitié de celle du carbone ; qu'on y trouve aussi constamment de la silice et du manganèse ; mais qu'on ne sait point encore l'influence que ces corps y portent, quoiqu'il soit vraisemblable qu'ils ne sont point essentiels à la formation et à la nature de l'acier. Le citoyen Vauquelin a fait, relativement à cette analyse de l'acier, des réflexions très-judicieuses sur ce que ce composé n'est jamais dans un rapport constant de composition, et sur l'impossibilité de déterminer ce rapport d'une manière absolue. Au reste, il est aisé de concevoir que s'il faut une si légère proportion de carbone uni au

fer pour le constituer acier, la moindre variation dans cette proportion pourra en faire naître une dans les propriétés de l'acier : en sorte que celui-ci pourra être extrêmement varié, comme il l'est en effet dans les arts où on l'emploie avec une foule de modifications qui le rendent plus ou moins précieux ou utile. La trempe, en le durcissant, le modifie encore de beaucoup de manières, et le rend susceptible de remplir une foule d'usages réellement différens, comme on peut s'en convaincre en parcourant les divers ateliers où on l'emploie, et les procédés multipliés qu'on y suit pour préparer les aciers qu'on y travaille. Si l'on compare les diversités d'état, de couleur, de grain, de dureté, de ténacité, de ductilité ou d'aigreur, que contracte l'acier, à celles dont jouissent la fonte de fer et le fer forgé, traités eux-mêmes diversement, on sentira mieux encore qu'on n'a pu le faire jusqu'ici cette remarquable propriété qui distingue si éminemment ce métal de tous les autres ; savoir, ses états variés, qui en forment comme une suite de substances métalliques, plus différentes entre elles que ne le sont quelques véritables espèces de métaux que tous les hommes reconnaissent cependant comme réellement différens entre eux.

64. Malgré la multiplicité de variétés que ces besoins et les finesses des procédés des arts obligent de reconnaître dans l'acier, on n'en distingue cependant que trois espèces principales qui, à la vérité, renferment sous elles toutes les variétés possibles ; savoir,

a. L'acier de fonte ou *l'acier naturel*. On le tire immédiatement de la fonte ; il est toujours inégal, sujet à avoir des gerçures et des pailles, moins dur et moins cassant que les deux autres ; il se soude mieux à la forge : il est d'un plus bas prix, parce qu'il exige moins de frais dans sa préparation. Il sert à faire des instrumens aratoires, des ressorts, de la coutellerie commune : c'est celui qui se rapproche le plus du fer.

b. L'acier de cémentation, *l'acier factice* ou *artificiel*. Il offre

un grain plus égal dans sa cassure, prend un poli plus beau que le précédent ; il est plus dur et plus cassant ; il faut le forger avec plus de ménagement : plus parfait que lui, on l'emploie à tous les usages auxquels sont nécessaires les propriétés que je viens d'exposer.

c. *L'acier fondu* : c'est celui qui provient de la fonte de l'un ou de l'autre des deux précédens. Il n'a jamais les boursouflures qu'on trouve souvent dans ceux-ci ; aussi est-il susceptible du plus beau poli. Il est propre à la fabrication des rasoirs, des lancettes, des filières, des laminoirs et de la bijouterie. C'est avec cet acier qu'on fait tous les bijous brillans qui jettent tant d'éclat et qui donnent tant de prix à la main-d'œuvre. Cette espèce d'acier est la plus précieuse des trois : les Anglais ont été jusqu'ici presque possesseurs exclusifs de sa préparation.

65. Quelques-uns des faits énoncés dans les détails précédens ont fait voir que le phosphore est susceptible de se combiner au fer. Pelletier a obtenu cette combinaison par plusieurs moyens. En fondant parties égales de fer en copeaux et d'acide phosphorique vitreux avec un sixième du poids de ce dernier de charbon en poudre, il a obtenu un phosphure de fer très-aigre, blanc dans sa cassure, d'un tissu strié et grenu, attirable à l'aimant, cristallisé dans quelques points en prismes rhomboïdaux : c'est la *sydérite* de Bergman, qu'il avait prise pour un métal particulier. Ce phosphure s'est fondu sous la mouffle ; il a laissé sur la coupelle un oxide de fer qui avait en partie pénétré le vase : il contenait 0.20 de phosphure. Pelletier a obtenu le même composé en chauffant sans charbon parties égales de limaille de fer et de verre d'acide phosphorique. C'est alors le fer qui décompose une partie de l'acide phosphorique, et la convertit en phosphore qui s'unit à la portion de fer non oxidé ; il y a un phosphate de fer en verre noir. On forme également, suivant lui, du phosphure de fer en jetant sur de la limaille rougie dans un creuset, du phos-

phore en petits morceaux : sur-le-champ le fer entre en fusion, et il absorbe le phosphore, avec lequel il se combine. Un peu de fer est oxidé par l'eau qui mouille le phosphore, et dont il est impossible de le priver entièrement ; et cet oxide, uni à un peu d'acide phosphorique, forme un verre noir qui recouvre le métal phosphoré, et qui, comme fondant très-actif, attaque le creuset, le pénètre, et se filtre à travers ses parois. On verra plus bas qu'on peut se procurer le phosphure de fer facilement et à peu de frais, en décomposant le phosphate de fer par le charbon. C'est ainsi que les mines de fer limoneuses, qui contiennent si souvent du phosphate de fer natif parmi l'oxide très-abondant de ce métal qui en constitue la base, donnent, après l'affinage de leur fonte, un fer cassant à froid, et qui doit cette mauvaise qualité, si dangereuse pour les arts, à un phosphure de fer qui s'y trouve uni, que Bergman avait méconnu, et regardé comme un métal particulier, sous le nom de *sydérite*, et qui, dans la dissolution de ce fer cassant par l'acide sulfurique, donne spontanément, lorsqu'on l'étend d'eau, un précipité blanc de phosphate de fer.

66. La combinaison du fer avec le soufre se fait de plusieurs manières différentes. A froid, à sec, ces deux corps ne s'unissent pas intimement, quoiqu'ils ne soient pas absolument sans action l'un sur l'autre ; mais quand on ajoute de l'eau, cette union s'opère avec facilité. On fait une pâte avec parties égales de soufre en poudre et de limaille de fer fine, que l'on mêle bien par la trituration, et suffisante quantité d'eau : cette pâte, exposée à l'air, s'échauffe bientôt, se boursoufle, se fendille, exhale des vapeurs qui prennent l'odeur de gaz hidrogène sulfuré, et qui s'enflamment souvent spontanément. Quoique l'air contribue à cette action, puisque M. Priestley a trouvé qu'il était altéré par ce mélange, et qu'il perdait une portion de son oxigène, l'eau est véritablement décomposée ; c'est elle qui fournit la plus grande quantité de ce principe au fer : celui-ci est oxidé ; le soufre

est en même temps brûlé et converti en acide sulfurique ; l'hidrogène se dégage en gaz en entraînant une petite portion de soufre. Si le mélange ne s'échauffe pas assez pour s'enflammer, il s'arrête à l'état de sulfure de fer, ou même en plus grande partie d'oxide de fer hidrosulfuré, d'où les acides peuvent dégager avec effervescence une grande quantité de gaz hidrogène sulfuré : c'est même le moyen que plusieurs chimistes modernes ont proposé pour obtenir abondamment ce gaz. Si la température s'est beaucoup plus élevée dans ce mélange ; s'il s'en est dégagé beaucoup de gaz hidrogène sulfuré ; s'il y a sur-tout inflammation, le résidu est rouge, et semblable au sulfate de fer calciné. En le lessivant dans l'eau, on en retire un peu de sulfate suroxigéné de fer, dont il sera question plus bas. On voit donc que le mélange simple de soufre et de fer humecté se brûle spontanément, et tend à se sulfatiser comme le sulfure de fer naturel, qui éprouve, comme je l'ai dit plus haut, une pareille altération, qu'on nommait autrefois *efflorescence* ou *vitriolisation* des pyrites. La chaleur, le boursouflement, les vapeurs inflammables et l'inflammation même qui s'excitent dans ce mélange, avaient fait penser à Lémery le père qu'elle était la cause de l'incendie des volcans. Il avait même dit avoir imité un petit volcan, en plongeant dans la terre un vase rempli de soufre et de limaille de fer humecté, qu'il recouvrait de terre. Le sol, suivant lui, était soulevé, fendu ; il s'exhalait des vapeurs ; les fentes se couvraient d'une poussière jaune ou rougeâtre de soufre sublimé ; quelquefois même l'action réciproque des matières allait jusqu'à l'inflammation du mélange. Cette expérience a long-temps porté le nom de *volcan artificiel* de Lémery ; mais Bucquet, qui l'a répétée avec soin, n'en a point obtenu le même résultat, quoique rien ne s'oppose à la regarder comme bien d'accord avec tous les phénomènes bien connus.

67. On unit le fer avec le soufre par plusieurs autres procédés. Quand on chauffe ces deux corps bien mêlés et en

poudre à parties égales dans un creuset, ils se fondent très-aisément, en comparaison de l'infusibilité du fer ; on obtient un sulfure de fer en grains ou en stries grises foncées, très-dur, fragile, très-scintillant avec le briquet, qui ne s'altère que très-lentement par le contact de l'air et de l'eau dans son état d'aggrégation, mais qui s'échauffe, se brûle et se réduit en sulfate rouge de fer par ce même contact, lorsqu'il est auparavant réduit en poussière. On opère un composé à peu près semblable en faisant traverser un morceau ou canon de soufre par une baguette de fer rouge à blanc. La partie de cette baguette qui touche le soufre se fond tout-à-coup, se combine avec ce corps combustible ; et reçue en gouttelettes livides dans de l'eau, ces gouttes se figent en larmes dures, grises dans leur cassure, en véritable sulfure de fer analogue au précédent. Il est évident, d'après ces faits, qu'en scellant dans les pierres, comme on l'a proposé, les barres de fer à l'aide du soufre fondu, elles forment avec lui un sulfure cassant, qui doit avertir qu'il ne faut pas ensuite faire supporter à ces barres des poids considérables, si on ne veut pas les voir se briser dans leur scellement. Le sulfure de fer ainsi préparé n'imite point exactement celui de la nature ; il n'en a point la couleur jaune, et sur-tout l'éclat et le brillant doré. Il est vraisemblable que cela est dû, soit à l'alumine ou autres matières qui sont combinées avec le soufre et le fer dans les *pyrites*, soit au mode même de la composition, que la nature paraît former au moyen de l'eau, tandis que l'art ne l'opère que par le feu. La cristallisation du sulfure de fer artificiel n'imite pas non plus celle du naturel. On n'allie que difficilement les oxides de fer avec le soufre. A un grand feu, l'oxide en perdant une portion de son oxigène, s'unit au soufre et forme un composé sulfuré plus foncé en couleur que le sulfure de fer, et qui est toujours recouvert d'une poussière noire.

68. Les sulfures alcalins ne dissolvent que très-peu le fer, ils dissolvent mieux les oxides de ce métal, qu'ils font repasser

au noir, et qui leur donnent une couleur verte très-intense : il paraît que cette couleur des dissolutions des sulfures alcalins ferrugineux est due en grande partie à l'union de l'hidrogène sulfuré avec le fer ; car les acides qui dégagent ou décomposent ce combustible mixte, si fugace et si altérable, la font promptement disparaître, et blanchissent ces dissolutions en quelque petite quantité qu'on les y ajoute. Le gaz hidrogène sulfuré ne s'unit point au fer, mais il agit très-promptement sur ses oxides. A l'instant où l'on jette de l'oxide de fer rouge dans une eau qui tient ce gaz en dissolution, cet oxide change de couleur, passe au noir plus ou moins foncé, et l'eau perd son odeur fétide si l'on y a mis une suffisante quantité de ce métal brûlé. La poudre noire recueillie et séchée répand une flamme bleue, et exhale l'odeur d'acide sulfureux quand on la jette sur des charbons allumés : traitée par l'acide muriatique, elle fait effervescence et donne du gaz hidrogène sulfuré : ainsi, c'est un oxide de fer hidrosulfuré, qui s'est formé par l'union de l'oxide de fer en partie réduit avec l'hidrogène sulfuré tenu en dissolution dans l'eau, dont l'odeur a été dissipée au moment même de cette union.

69. Le fer s'allie à beaucoup de substances métalliques, et forme par ses alliages des composés très-utiles. Il se combine à l'arsenic par la fusion ; il réduit même l'acide arsenieux avec lequel on le chauffe ; et il résulte des expériences de Wallerius, de Gellert et de Weigel sur cette espèce d'alliage, qu'il est cassant, d'une couleur blanche, analogue au fer arsenié natif ou *mispickel*, beaucoup plus fusible que le fer, et qu'on s'en sert pour faire des agraffes, des chaînes et des bijous, à raison du brillant vif et de la beauté du poli qu'il reçoit. Bergman regarde cet alliage comme la cause de la fragilité du fer cassant à chaud.

70. On n'a rien dit ou presque rien dit encore de l'union du fer avec le tungstène, le molybdène, le chrome, le titane et l'urane. Son alliage avec le cobalt a été indiqué par plusieurs chimistes ; Wallerius, en le décrivant, dit qu'on peut

allier ces deux métaux sans perte, lorsqu'on y ajoute du flux noir et de la poussière de charbon. Cet alliage, suivant lui, est attirable à l'aimant, même quand il ne contient qu'une partie de fer sur trois parties de cobalt; mais j'ai fait voir plus haut qu'une bien plus petite portion de fer pouvait rendre ce dernier métal attirable, et que, même dans son état de pureté, il paraissait décidément jouir de cette propriété. L'alliage du fer et du cobalt est formé de petits grains très-serrés, très-durs, et qu'on ne peut casser que difficilement: quelques chimistes l'ont comparé à l'acier.

71. Suivant Cronstedt, le fer s'unit très-bien au nickel, et il a pour ce dernier une attraction tellement forte, qu'il lui a donné le premier rang. Il remarque encore que cette union est favorisée par le soufre. On a vu ailleurs que cette combinaison avait paru si intime et si difficile à détruire au célèbre Bergman, qu'il avait désespéré de parvenir à priver complétement le nickel de fer, et qu'il avait été porté à croire que ces deux métaux se rapprocheraient singulièrement l'un de l'autre, et pourraient bien, ainsi que le manganèse et le platine, n'être que des modifications particulières de la même substance naturelle; mais les règles que cet habile chimiste a établies lui-même dans la manière de raisonner en philosophie naturelle, ne permettent pas d'adopter cette opinion, puisque le plus grand nombre des propriétés qui caractérisent ces matières métalliques sont plus différentes entre elles que celles par lesquelles elles se ressemblent, et puisque d'ailleurs on n'a jamais pu les convertir les unes dans les autres, ou les rapprocher, les rendre parfaitement semblables; condition absolument nécessaire pour admettre une identité réelle entre deux ou plusieurs matières, comme le professeur suédois l'a établi lui-même dans ses précieux ouvrages.

72. On n'a point examiné encore avec assez de soin l'alliage du fer avec le manganèse, pour en bien connaître les propriétés: on sait seulement que ces deux métaux se trouvent sou-

vent combinés entre eux ; que cette union rend le fer fragile ; que le manganèse accompagne fréquemment les mines de fer ; qu'il se trouve dans la fonte et dans le fer forgé qui en proviennent ; qu'il est très-difficile de séparer les dernières portions de fer du manganèse ; que celui-ci est toujours attirable à l'aimant ; et que ces deux métaux ont tant d'analogie l'un avec l'autre, que l'on serait tenté de les regarder, avec Bergman, comme de simples modifications de la même substance, s'ils ne présentaient pas cependant des différences assez marquées dans leurs propriétés exactement comparées. On ignore encore quelle influence le manganèse apporte au fer dans la combinaison si fréquente qu'il forme avec ce métal, soit dans l'état de fonte, soit comme fer forgé, soit sous la forme d'acier.

73. Henckel a remarqué, le premier, que le fer se combinait avec le bismuth, et formait avec lui un alliage cassant, attirable à l'aimant, quoique la proportion du bismuth y allât jusqu'aux trois quarts. Muschenbroëck a trouvé, par ses essais, que parties égales de bismuth et de fer s'unissaient mal ; qu'il en résultait un métal très-fragile, inégalement combiné, puisqu'il y avait dans la masse des parties dures et des portions plus molles. Il n'a pu examiner la ténacité de cet alliage que dans deux cas : l'un, où il y avait vingt parties de fer sur une partie de bismuth, s'est brisé par un poids de 151 livres ; l'autre, composé de quatre parties de fer et de trois de bismuth, lui a offert un métal creux dans son milieu, qui s'est rompu par un poids de 35 livres. Gellert a observé que le fer bismuthé était spécifiquement plus léger que la moyenne indiquée par le rapport de la pesanteur spécifique de chacun de ces métaux à leur proportion. Quelques chimistes modernes se sont trompés en concluant, des prétendues analogies du bismuth avec le plomb, que le premier de ces métaux ne devait pas être susceptible de s'unir au fer. Les expériences et les faits doivent être préférés aux simples raisonnemens.

74. Le fer s'unit facilement à l'antimoine par la fusion.

Cet alliage, fait à parties égales, n'est pas ductile ni attirable à l'aimant; il est dur, à petites facettes, et ne s'aplatit que très-peu sous le marteau avant de se rompre; il ressemble à la fonte de fer, suivant Wallerius. Juncker a remarqué que le fer fondu avec la moitié de son poids d'un alliage d'antimoine et d'étain donnait un métal très-dur, très-fragile, qui brûlait comme du bois par le moyen du nitre. On nommait autrefois l'alliage du fer et de l'antimoine *régule martial;* mais on le préparait par le sulfure d'antimoine. Le fer a plus d'attraction pour le soufre que n'en a l'antimoine; lorsqu'on le fait chauffer avec le sulfure, il le décompose et s'empare de son soufre. Les auteurs de chimie ont beaucoup insisté sur cette opération, et en ont donné beaucoup de recettes différentes par les doses et le mode de la faire; ils en avaient aussi fait la base de plusieurs préparations pharmaceutiques oubliées entièrement et abandonnées aujourd'hui. Voici le procédé le plus généralement adopté sur cette décomposition. On fait rougir dans un creuset cinq parties de pointes de cloux de maréchal ou de fer doux en très-petits fragmens : on y jette ensuite seize parties de sulfure d'antimoine concassé; on donne sur-le-champ un bon coup de feu pour opérer la fusion du mélange, qui a lieu promptement. Quand la matière est bien fondue, on projette dans le creuset une partie de nitre en poudre qui brûle une portion du sulfure de fer, et facilite, à l'aide de son alcali fondant, la séparation des scories d'avec l'antimoine. Le mélange refroidi offre ce dernier métal bien rassemblé et pur au fond du creuset. Si, au lieu de cinq parties de fer contre seize de sulfure d'antimoine, on emploie la moitié de fer, l'antimoine qu'on obtient est allié de fer, et formait autrefois le régule martial. Dans cette opération, le fer s'unit au soufre, et forme un sulfure léger qui surmonte en scories l'antimoine fondu et précipité au fond du creuset. Quand on augmente la proportion de nitre employé, les scories sont jaunâtres; et Stahl les avait nommées *scories succinées.*

En les pulvérisant, en les faisant bouillir dans l'eau, et en faisant détoner trois fois de suite avec le nitre la poudre indissoluble qu'on lessivait une dernière fois, on préparait le *safran de mars antimonié apéritif* de Stahl.

75. Il n'y a aucune combinaison entre le fer et le mercure. Les chimistes qui avaient conçu de grandes et singulières espérances sur cette association pour les propriétés médicamenteuses vers lesquelles ils ont long-temps porté toutes leurs vues, ont en vain essayé de la faire naître ; leurs efforts ont toujours été impuissans ; et pour opérer de prétendues combinaisons entre ces deux corps, ils ont été obligés d'employer des procédés compliqués et des intermèdes, comme ils les nommaient eux-mêmes, qui leur ont donné des résultats étrangers à ceux qu'ils cherchaient. C'est ainsi qu'après l'insuccès complet des alchimistes, Wallerius prétendait former une espèce d'amalgame de fer au moyen du sulfate de cuivre, dont l'oxide, rappelé par le fer à l'état métallique, ne lui a fourni qu'une amalgame de cuivre adhérente, pour quelque temps seulement, à la surface du fer sur laquelle elle s'était déposée. Si, dans quelques essais de Borrichius et de Juncker, le fer s'est rouillé et est devenu cassant dans du mercure, ce n'est qu'à l'eau qui mouille souvent ce métal, ou à quelque autre corps étranger, qu'on peut attribuer cette altération. Les physiciens et les chimistes ont tous les jours l'occasion de voir que les instrumens, les tubes, les robinets de fer et d'acier qu'ils remplissent, qu'ils frottent sans cesse de mercure dans leurs expériences, ne perdent ni leurs propriétés ni leur brillant par le contact de ce métal fluide. Mille faits prouvent que le fer agit autant sur les oxides de mercure, en leur enlevant l'oxigène et en les réduisant à l'état métallique, qu'il agit peu sur ce métal coulant. C'est ainsi que la limaille de fer noircit par la trituration avec l'oxide rouge de mercure, et brûle jusqu'à l'inflammation quand on la chauffe avec cet oxide ; c'est ainsi que le fer décompose et réduit l'oxide rouge et sulfuré de mer-

cure, le muriate suroxigéné de mercure, et toutes les autres combinaisons oxidées de ce métal.

76. Le fer ne s'unit que difficilement au zinc; la plupart des chimistes même ont douté de la possibilité de cet alliage, et se sont empressés d'en assigner la cause dans la fusion facile et la volatilité de l'un, comparées à l'extrême infusibilité et à la fixité de l'autre. Cependant Wallerius, qui a le plus insisté sur cette diversité de propriétés, comme raison de l'indifférence de ces deux métaux l'un pour l'autre, a observé qu'après les avoir chauffés fortement ensemble, le fer avait retenu un peu de zinc, qu'il a découvert par les dissolutions et les précipitations. C'est bien annoncer, comme l'on voit, une véritable combinaison entre ces corps, mais seulement en très-petite proportion de la part du zinc. Malouin, dans ses recherches sur ce dernier métal, a observé que le zinc s'appliquait, comme l'étain, par la fusion à la surface du fer, et le préservait de la rouille: ce qui annonce aussi une combinaison entre ces deux substances métalliques.

77. Dans les essais de tous les chimistes, le fer s'est toujours difficilement combiné avec l'étain. On pratique cependant, depuis un temps immémorial, sous le nom de *fer-blanc*, une composition de fer étamé qui annonce une attraction assez forte entre ces deux métaux. Pour préparer le fer-blanc, on prend de la tôle soigneusement nettoyée avec du sable ou du *grès* en poudre, pour enlever toutes les impuretés, et pour qu'il ne reste point de rouille à sa surface: on la fait tremper pendant vingt-quatre heures dans de l'eau aigrie par le son ou la farine, ou acidulée avec un peu d'acide sulfurique, en l'agitant de temps en temps; on la frotte dans ce liquide; on l'essuie avec des linges; on la plonge ensuite, à plusieurs reprises, dans de l'étain fondu: ce métal adhère à la surface de la feuille de fer qu'il recouvre de toutes parts; on la retire et on la laisse suspendue pour faire écouler la portion surabondante d'étain; enfin on la frotte avec de la sciure de bois pour la

nettoyer, et l'on a une feuille de fer-blanc. Lorsqu'on veut étamer des ustensiles plus épais que de la tôle, on substitue l'action de la lime et le muriate d'ammoniaque au son et à l'acide. La plupart des chimistes regardent la composition du fer-blanc comme un simple étamage, comme une simple couverture d'étain appliquée sur le fer. Cependant d'autres ayant remarqué que l'épaisseur de la lame est plus blanche dans son intérieur que ne l'est le fer, et qu'elle est plus molle et plus malléable que ce dernier métal pur, ils en ont conclu qu'il y avait pénétration intérieure et alliage intime.

Muschenbroëck et Wallerius, en annonçant la difficulté d'allier ces deux métaux l'un à l'autre, ont cependant obtenu un véritable alliage dont ils ont décrit le caractère. Muschenbroëck a dit que ce métal allié était très-dur, difficile à limer, d'une couleur de fer très-cassant, et qu'il n'avait pas pu en estimer la consistance ou la ténacité. Wallerius l'a décrit comme un alliage gris légèrement ductile, attirable à l'aimant, lorsqu'il était composé de deux parties d'étain et d'une de fer. On convenait généralement que le fer rendait l'étain plus dur, plus difficile à fondre et plus sonore. C'est en raison de ces propriétés que quelques hommes ont proposé d'ajouter du fer à l'étain pour en former un étamage bien plus solide et bien plus adhérent au cuivre.

Bergman a fait des expériences assez nombreuses et obtenu plusieurs résultats intéressans sur l'alliage du fer et de l'étain. Il recherchait alors les différences ou les analogies qui pourraient exister entre cet alliage et la matière qu'il avait extraite du fer cassant à froid, qu'il avait cru être un métal particulier, et qu'il désignait par le nom de *sydérite*, laquelle a été reconnue après lui pour du phosphore de fer. En recouvrant de l'étain avec de la limaille de fer dans un creuset rempli d'ailleurs de charbon et bien fermé, et en chauffant cet appareil au feu de forge pendant une demi-heure, il a constamment obtenu deux alliages métalliques distincts répondant au poids des deux

métaux qu'il avait employés. Ces deux culots étaient deux alliages séparés, l'un de fer uni à un peu d'étain, l'autre d'étain retenant un peu de fer. Les extrêmes de ces deux combinaisons métalliques, ou les points de leur saturation réciproque, étaient de l'étain contenant un vingt-deuxième de son poids de fer, et du fer saturé de la moitié de son poids d'étain : ce sont au moins ceux dont il décrit avec soin les propriétés. L'étain tenant un vingt-deuxième de fer était très-malléable, se coupait au couteau, quoique un peu obscurci dans son brillant, plus dur, donnant avec les phosphates fusibles un verre brun moins fusible, moins alliable au plomb et à l'étain, noircissant et laissant une poudre indissoluble avec l'acide nitrique. L'étain ne tenant que deux centièmes et demi de fer était encore attirable à l'aimant, et noircissait dans son oxidation. Le fer, saturé de la moitié de son poids d'étain, offre des propriétés modifiées par ce dernier métal : cet alliage est légèrement malléable, ne se coupe point au couteau, ne s'unit que très-difficilement au mercure, se fond avec peine avec les phosphates, donne constamment dans cette fusion des étincelles brillantes étoilées que ne fournissent jamais ni le fer ni l'étain seuls. En augmentant la proportion du fer, ces propriétés diminuent et se rapprochent de celles du fer. Cependant quand on est arrivé, par l'addition du fer, à avoir dans l'alliage 0.11 d'étain, cet alliage est encore très-caractérisé par les étincelles étoilées, brillantes, lancées du milieu du phosphate avec lequel on le fait fondre au chalumeau ; il a encore la propriété de précipiter et de colorer en brun la dissolution d'or. Bergman concluait de ces expériences que les divers alliages de fer et d'étain qu'il avait obtenus différaient de la sydérite : et s'il n'avait pas encore trouvé par là ce qu'était ce corps, il avait au moins trouvé ce qu'il n'était pas ; genre de découverte qui, presque aussi précieux et souvent aussi difficile à faire que celle de la nature exacte d'un composé, détourne au moins du chemin de l'erreur, et rapproche insensiblement de celui de la vérité.

78. Le fer ne peut pas se combiner au plomb par la fusion. Tous les chimistes ont observé que quand on fondait les deux métaux, le fer nageait à la surface du plomb, et restait constamment sans s'y unir. Juncker avait même cherché à expliquer ce phénomène par l'épaisseur et la consistance des molécules du plomb et par la légéreté de celles du fer. Cependant Muschenbroëck a décrit les propriétés d'un alliage d'une partie de fer avec trois parties un quart de plomb. Il dit qu'un parallélippède de cet alliage, d'un dixième de pouce, a exigé 225 livres pour le rompre. Il ajoute qu'un alliage de dix parties de fer avec une de plomb a une pesanteur spécifique égale à 4.250 : il y a quelque erreur à cet égard dans les expériences du physicien hollandais. Gellert, celui des chimistes systématiques qui a le plus étudié les combinaisons réciproques des métaux, observe que le fer, ne pouvant pas s'unir au plomb, peut servir, en raison de cette propriété, à séparer le plomb de presque tous les autres métaux, pourvu cependant que le métal qu'on veut isoler du plomb ait moins d'attraction avec lui qu'avec le fer. Macquer remarquait, dans le même sens, que le plomb pouvait servir d'intermède pour séparer le fer des autres métaux, auxquels le plomb peut s'unir de préférence : on verra un exemple bien prononcé, dans l'histoire de l'argent, qu'on purifie du fer par sa fusion avec le plomb.

G. *Action sur l'eau et les oxides.*

79. J'ai fait remarquer plus haut (nº. 59) que l'oxide de fer rouge était en partie décomposé par le gaz hidrogène, mais que l'oxide noir n'était jamais altéré par ce corps combustible. J'ai insisté sur la différente attraction qui existe entre l'oxigène et l'oxide de fer noir; on se rappelle que la première portion d'oxigène qui s'unit au fer, y adhère bien davantage que la dernière. C'est dans cette différence d'attraction que consiste la manière d'agir de ce métal sur l'eau. Une

foule d'observations prouve combien il est altérable par ce liquide, avec quelle facilité il se rouille et se brûle par son contact. Les découvertes des citoyens Monge et Lavoisier sur la nature de l'eau, dont j'ai tant de fois parlé, ont fait connaître à quoi est due cette action de l'eau; et l'altération même qu'elle fait éprouver au fer est devenue, entre les mains du dernier de ces célèbres physiciens, un moyen ingénieux d'en déduire la nature composée de l'eau, et d'y prouver la présence de l'oxigène: aussi ai-je annoncé que l'histoire si intéressante, à tous égards, de ce métal était liée aux plus importantes époques des révolutions des sciences, et qu'il avait beaucoup contribué, par ses belles propriétés, à l'établissement de la doctrine pneumatique. A cette généralité de l'action du fer sur l'eau, il est nécessaire de joindre ici l'exposé des phénomènes qu'elle présente, suivant les différentes circonstances qui l'accompagnent et les divers procédés par lesquels on la fait naître.

8o. *En mettant* du fer en limaille avec de l'eau au-dessus d'une cloche pleine de mercure, et en exposant l'appareil à une température qui excède quinze degrés, il ne tarde pas à se remplir de petites bulles qu'on voit d'abord comme attachées aux molécules du fer; peu à peu, les bulles, qui deviennent plus grosses et plus nombreuses se rassemblent au-dessus de l'eau et du fer, et font baisser le mercure par le volume qu'elles occupent. Cette action dure long-temps, et le fer se trouve à la fin changé en une poudre très-noire, plus volumineuse que n'était d'abord le fer d'où elle provient; l'eau, si elle n'avait été mise qu'en petite quantité, est bien diminuée, et le gaz recueilli est du gaz hidrogène. Lavoisier, à qui est due cette jolie expérience, a trouvé que le fer avait augmenté de poids, et qu'en ajoutant cette augmentation au poids du gaz hidrogène obtenu, on avait juste celui de l'eau qui manquait. Jamais le fer brûlé ainsi par l'eau ne devient jaune ou rougeâtre, tant qu'il n'a point le contact de l'air; mais

aussitôt qu'il jouit de ce contact, et qu'il est en même temps humecté, il passe au jaune de rouille, en absorbant peu à peu une quantité un peu plus grande d'oxigène et sur-tout de l'acide carbonique.

81. Lémery avait fait, par un procédé analogue, une préparation de fer qu'il croyait n'être qu'une simple division ou atténuation de ce métal, et qu'il nommait *éthiops martial*, à cause de sa couleur noire : il mettait du fer en limaille au fond d'un vase alongé rempli d'eau; il agitait de temps en temps ce métal dans l'eau qui le surnageait, en évitant qu'il eût jamais le contact de l'air, et en enlevant avec soin celui qui, surnageant quelquefois, y prenait promptement le caractère de rouille ou d'ocre. En quelques semaines ou quelques mois, on convertissait ainsi toute la limaille en *éthiops*. Dans la persuasion où les chimistes ont long-temps été que ce n'était qu'une véritable division du fer, ils ont cherché à l'envi les moyens de la rendre plus facile, plus active, et de diminuer la longueur de l'opération par laquelle on obtenait cette préparation. Rouelle avait conseillé l'emploi des moussoirs de la Garaie pour favoriser et multiplier le contact entre l'eau et le fer; d'autres, en ajoutant à l'eau un peu d'acide nitrique, d'acide sulfurique, ou même d'acide du vinaigre, avaient remarqué qu'on formait promptement une grande quantité de cette poudre, qui n'est que de l'oxide noir de fer: les uns l'obtenaient en réduisant de l'oxide de fer rouge, à l'aide de l'huile dans un creuset; les autres, en distillant dans une cornue ouverte de la rouille de fer. Quelques-uns, tenant toujours à l'action de l'eau, et croyant que, préparé par une autre voie que ce liquide, l'*éthiops* ne devait point avoir les qualités requises, sont revenus à son emploi; et l'on a trouvé qu'en faisant une espèce de pâte de limaille de fer avec de l'eau, et la laissant quelques jours exposée à l'air, elle s'échauffait, se boursouflait, se fendillait, s'oxidait en jaune, et devenait ensuite, par la simple calcination dans un

creuset un magnifique et abondant éthiops. Dans ce dernier procédé, on fait la même chose absolument que lorsqu'on chauffe le carbonate de fer de la rouille; et toujours on oxide le fer par l'eau, qui ne lui cède que la portion d'oxigène nécessaire à son oxidation en noir. Aussi, dans la manière d'opérer même de Lémery, il se dégageait du gaz hidrogène qui sortait peu à peu en bulles très-fines, et qui répandait son odeur très-reconnaissable dans les lieux où cette opération était établie. On a une preuve très-forte que la préparation de Lémery, ou toute autre analogue, n'est qu'une oxidation du fer, opérée à l'aide de l'oxigène de l'eau, non seulement par la réduction de l'oxide rouge, qui repasse seulement au noir, à l'aide du gaz hidrogène, mais encore par l'intéressante expérience du citoyen Vauquelin, qui, en chauffant dans une cornue ou dans un creuset parties égales d'oxide rouge de fer et de limaille de ce métal, a réduit tout le mélange en oxide noir, en faisant ainsi partager au fer la portion de l'oxigène contenue dans l'oxide rouge au-delà de l'oxidation en noir. Le citoyen Monnet a prétendu que dans tous les cas où l'on laisse de l'eau en contact avec du fer, elle en dissolvait un peu dans son état de pureté, et contractait un goût ferrugineux très-sensible.

82. La décomposition de l'eau par le fer a lieu beaucoup plus rapidement, lorsqu'on élève la température de ces deux corps, et sur-tout lorsqu'on met en contact l'eau en vapeur et le fer rouge. C'est ainsi que Lavoisier a confirmé la belle découverte de la nature de l'eau. J'ai décrit cette opération ailleurs: je dois seulement rappeler ici qu'au moment où l'eau en vapeur touche l'intérieur d'un canon de fer rouge, il se dégage une grande quantité de gaz hidrogène, l'eau disparaît, le fer se brûle, s'oxide en noir, se ramollit, se boursoufle également dans toute la surface, de manière que sa cavité intérieure se rétrécit en restant cependant cylindrique. Quand cette surface de fer est tellement oxidée que l'eau traverse le

canon sans éprouver d'altération; en laissant refroidir entièrement l'appareil, et le pesant avec exactitude, on trouve dans la somme du poids du gaz hidrogène et de l'augmentation du canon la quantité totale de l'eau qui a disparu. L'intérieur du tube de fer présente une couche dilatée, noire, brillante, lamelleuse, cassante, qui, réduite en poudre, est de véritable oxide de fer noir. On obtient le même résultat en faisant passer de l'eau en vapeur dans un tube de porcelaine où l'on a introduit des lames de fer; et c'est le procédé que l'on suit aujourd'hui en France pour obtenir le gaz hidrogène nécessaire à la distension des machines aérostatiques. Cette belle expérience explique une foule de phénomènes qui n'étaient pas intelligibles avant la découverte de la décomposition de l'eau. On sait, d'après elle, pourquoi le fer rouge plongé dans l'eau produit une effervescence et un bouillonnement accompagné d'un sifflement d'autant plus considérable que le fer était plus chaud; pourquoi la fonte en fusion produit, par le contact de l'eau, des explosions dangereuses, comme on l'a observé dans les fonderies, où l'on a grand soin de faire sécher extrêmement les moules; pourquoi un grand nombre d'acides, en dissolvant le fer, dégagent une proportion plus ou moins grande de gaz hidrogène, en favorisant la décomposition de l'eau; pourquoi, quand on chauffe de la limaille de fer humide ou mouillée dans des vaisseaux fermés, on obtient du gaz hidrogène, et la limaille noircit. Il faut observer que la fonte n'a pas la même action sur l'eau que le fer, parce qu'elle contient déja une certaine proportion d'oxigène qui diminue beaucoup son attraction pour ce principe: c'est pour cela qu'on emploie avec grand avantage la fonte même dans les constructions sous l'eau, et que les cylindres de fonte qui contiennent sans cesse l'eau en vapeur dans les machines à feu, ne s'altèrent point; tandis que le fer, si on le sacrifiait à ces usages, serait bientôt oxidé et détruit. L'acier rouge décompose, au contraire, très-rapidement l'eau, et il

ne diffère du fer, dans les produits de cette décomposition, que parce qu'il donne un peu de gaz acide carbonique mêlé avec le gaz hidrogène, en raison du carbone qu'il contient.

83. La grande attraction que tous les faits cités jusqu'ici montrent dans le fer pour l'oxigène, doit prouver que ce métal a la propriété de décomposer la plupart des oxides métalliques : aussi, en chauffant la limaille de fer avec le plus grand nombre des autres métaux oxidés, ceux-ci cèdent au premier leur oxigène qui le brûle, en repassant eux-mêmes à l'état métallique. Moins les métaux ont d'attraction pour le principe de la combustion, et plus ils se le laissent enlever par le fer qui l'absorbe avec le plus de force et de promptitude. Cette absorption peut même aller jusqu'à l'inflammation du fer. Il n'y a que le zinc et le manganèse qui, au lieu de céder l'oxigène au fer, sont susceptibles d'en décomposer les oxides, et de le rappeler ou à l'état métallique ou dans un état très-voisin de la métalléité. On verra plus bas que le fer sert, à cause de cette propriété, à précipiter plusieurs métaux de leurs dissolutions, et à les faire obtenir dans leur état naturel. Dans ces cas, le fer commence par se porter sur leur oxigène, et à mesure que désoxigénés ils se séparent des acides avec le brillant métallique, l'oxide de fer formé s'y unit à leur place.

H. *Action sur les acides.*

84. Il n'est pas de métal qui soit plus oxidable et plus susceptible de s'unir aux acides que le fer ; il n'en est pas en même temps dont la propriété de s'unir aux acides, et d'y rester uni en dissolution permanente soit plus limitée. L'action des acides sur le fer ou du fer sur les acides est une des branches de la chimie, qui, en présentant le plus de faits et de phénomènes remarquables aux observateurs, a reçu le plus d'accroissement, et a été éclairée de la plus vive lumière par la

doctrine pneumatique française. Avant son établissement, tout à cet égard était plongé dans le vague et l'arbitraire ; les expériences étaient, pour ainsi dire, autant de mystères ou de problèmes tous indéterminés. A cette profonde obscurité a succédé le jour le plus heureux ; et les applications les plus claires et les plus brillantes en même temps, ainsi que l'enchaînement le plus méthodique de tous les phénomènes, ont découlé des bases de la théorie moderne comme d'une source pure et féconde : cette théorie elle-même en a reçu réciproquement de grands décroissemens.

85. L'acide sulfurique concentré n'a presque point d'action à froid sur le fer. Quand on le fait chauffer sur ce métal, il éprouve une décomposition proportionnée à la température à laquelle on l'élève et à sa continuité. Il se dégage d'abord du gaz acide sulfureux : si l'on poursuit l'action du feu jusqu'à réduire le mélange à siccité par la distillation, on obtient du soufre sublimé, et il reste dans la cornue une masse blanche ou rougeâtre suivant la chaleur qu'on a donnée, mais qui ne se dissout jamais qu'en partie dans l'eau, parce que c'est du sulfate de fer décomposé. Si, au lieu d'acide sulfurique concentré, on jette sur de la limaille de fer cet acide étendu de deux ou trois parties d'eau, il se développe une prompte et vive effervescence ; il se dégage une grande quantité de gaz hidrogène qui quelquefois est un peu carboné, lorsque le fer employé contient du carbone : l'acier, par exemple, non seulement donne un gaz hidrogène de cette espèce, mais encore il laisse séparer et précipiter ensuite au fond de l'acide une poussière noire qui n'est que du carbure de fer, que Bergman a reconnu le premier, et qui a été ensuite déterminé avec plus d'exactitude encore par les citoyens Berthollet et Vauquelin. Aussi quand on fait cette expérience dans l'intention de se procurer du gaz hidrogène, sur-tout pour remplir des machines aérostatiques, doit-on choisir du fer très-pur et très-doux, et rejeter l'acier. La fonte, bien moins facilement dis-

soluble dans l'acide sulfurique que ne l'est le fer, donne moins de gaz hidrogène que ce métal, parce que déja uni à une portion d'oxigène, le fer qui y est contenu n'a pas besoin de décomposer tant d'eau pour parvenir au point d'oxidation nécessaire à sa dissolution dans l'acide. Il n'est pas difficile de concevoir que si on emploie du sulfure de fer, le gaz hidrogène qui se dégage sera sulfuré. Il est également presque superflu de faire remarquer ici que le gaz hidrogène obtenu dans cette expérience est le produit de la décomposition de l'eau, favorisée et rendue très-rapide par l'attraction disposante que l'acide sulfurique exerce sur le fer, si susceptible d'ailleurs d'oxidation, et que c'est en raison de cette espèce d'attraction disposante que ce métal décompose l'eau dès le premier contact; tandis que s'il la touchait seul, il ne la décomposerait que très-lentement au dessous de sa température rouge, comme on l'a vu plus haut. C'est à cette production de gaz hidrogène abondant qu'est due une ancienne expérience qu'on faisait souvent dans les laboratoires de chimie, avant qu'on eût reconnu l'existence de ce gaz et trouvé l'art de le recueillir; expérience dont on donnait alors la théorie par la matière du feu devenu libre, ou le phlogistique qu'on croyait se dégager du fer. On choisissait un matras de verre fort, on y mettait de l'acide sulfurique affaibli et du fer : au moment de leur action réciproque et de l'effervescence, on bouchait avec la main, qu'on appuyait assez fortement, le col du matras; après quelques instans de pression, on ôtait la main en approchant de l'ouverture de ce col une bougie ou un papier allumé : tout-à-coup il s'excitait une inflammation et une détonation bruyante en raison du mélange du gaz hidrogène avec la portion d'air existant dans le matras, l'un et l'autre comprimés par la pression de la main. La forme et le resserrement de l'ouverture du vaisseau, l'obstacle qu'il mettait à la dilatation et à la condensation subite des gaz par l'effet de leur inflammation, étaient la cause de la fulmination qui

signalait cette expérience : elle n'était pas même sans danger ; l'appareil était souvent brisé quand on avait comprimé le gaz trop long-temps, et quand le vaisseau n'était pas très-fort. On pouvait la recommencer plusieurs fois de suite, à cause de la grande quantité de gaz hidrogène qui continue à se dégager jusqu'à ce que l'acide soit saturé du fer qui se dissout, et à cause de l'air qui, se précipitant dans le matras en raison du vide produit par la première inflammation, y formait le mélange détonant.

86. A mesure que cette action forte et prompte s'opère entre le fer et l'eau qui accompagne l'acide sulfurique, le fer s'oxide et s'unit peu à peu à l'acide qui l'attire à l'instant même où il se forme : presque toujours l'action s'arrête quoique l'acide ne soit pas, à beaucoup près, saturé d'oxide de fer ; mais l'addition d'un peu d'eau la fait reprendre, parce que l'eau existante avant cette addition est employée à dissoudre le sulfate de fer formé. La combinaison de l'oxide de fer et de l'acide sulfurique uni à l'eau donne une couleur verte à la liqueur ; elle commence par être très-faible, et finit, sur-tout à l'aide de l'exposition à l'air, par imiter la couleur brillante et assez foncée de l'émeraude. Elle donne presque toujours par le refroidissement et le repos, car cette liqueur est toujours agitée et chaude jusqu'à ce que la saturation de l'acide sulfurique par l'oxide de fer dont il peut prendre plus de la moitié de son poids ait lieu ; elle donne des cristaux de sulfate de fer transparens, d'un beau vert, d'une forme rhomboïdale, d'une saveur âcre et astringente très-forte. Ce sel est préparé en grand, par un procédé différent, dans un grand nombre de lieux abondans en eaux qui en sont chargés, ou en sulfures de fer, qui, comme on l'a vu plus haut, se brûlent facilement à l'air, et se convertissent, sur-tout à l'aide de l'humidité, en sulfate de fer. On fait donc dans ces pays de grands tas de sulfate de fer ; on les arrose d'eau ; on saisit le moment où ils sont effleuris et couverts du sel indiqué : on les lessive dans

l'eau ; on laisse déposer cette dissolution, on la fait évaporer et cristalliser. Quelques endroits présentent des terres naturellement imprégnées de sulfate de fer provenant de la combinaison spontanée des pyrites ; ces terres ne demandent que d'être lessivées pour donner le sulfate de fer : telle est la terre du Bechai, près de Beauvais. Dans d'autres lieux, on grille fortement les pyrites, on brûle aussi leur soufre, et on oxide leur fer ; de sorte qu'après cette action du feu, il ne reste qu'à les lessiver avec de l'eau ; enfin il y a quelques lieux où l'on évapore les eaux tenant naturellement en dissolution ce sel ferrugineux. On le nommait autrefois *vitriol*, *vitriol vert*, *vitriol martial*, *vitriol romain*, *couperose verte*. Cette matière saline, très-utile dans les arts, doit être connue et étudiée avec soin.

87. Le sulfate de fer bien pur est d'un vert parfaitement transparent, d'une saveur très-styptique et très forte, qui se rencontre souvent dans la nature, et qui est souvent fabriqué de toutes pièces dans les laboratoires de chimie, cristallise d'une manière assez variée, et a pour forme primitive un rhomboïde aigu, dans lequel l'angle aigu du sommet, suivant le citoyen Haüy, est de 70 deg. 50 min., et l'angle latéral de 100 deg. 10 min. Les inclinaisons respectives de ses faces sont de 98 deg. 37 min. d'une part, et de 81 deg. 23 min. de l'autre : il rougit presque toujours les couleurs bleues. Chauffé brusquement, il se liquéfie à la faveur de l'eau de sa cristallisation, qui fait jusqu'à la moitié de son poids ; bientôt il perd cette eau, et se dessèche en une poudre grise, dont Digby avait fait autrefois sa fameuse et ridicule *poudre de sympathie*. Chauffé plus fortement, il exhale du gaz acide sulfureux, et prend une couleur rouge ; on le nommait dans cet état *colcothar* : ce sulfate calciné au rouge est en grande partie décomposé ; il doit sa couleur au fer fortement oxidé, et séparé en grande partie de l'acide sulfurique auquel il enlève de l'oxigène, et qu'il a fait passer à l'état d'acide sulfureux.

Il contient encore une portion de sulfate de fer dans un autre état que celui d'où il provient, et que je nomme sulfate de fer *suroxigéné*, pour le distinguer du premier dont il n'a plus les propriétés : c'est à sa présence qu'est due la déliquescence et l'âcreté du sulfate calciné au rouge.

88. Si, au lieu de calciner et de décomposer le sulfate de fer dans un vaisseau ouvert, dans un creuset, on fait la même opération dans un appareil distillatoire, et dans une bonne cornue de grès qui puisse résister à un grand feu, on obtient d'abord de l'eau un peu acide, qu'on nommait *rosée de vitriol*, quand ce sel portait lui-même ce dernier nom. On doit changer de récipient lorsque cette eau cesse de passer, et il se dégage alors de l'acide sulfurique de plus en plus concentré, chargé d'acide sulfureux, souvent noir, et fumant à cause de la quantité de cet acide sulfureux qu'il tient en dissolution. Les dernières portions d'acide qu'on n'obtient qu'à l'aide d'un feu très-violent, soutenu au rouge blanc pendant plusieurs heures, sont concrètes et blanches; on les désignait autrefois par le nom d'*huile de vitriol glaciale*.-Un chimiste allemand, Christian Bernhardt, a décrit en 1755 les propriétés singulières d'un acide sulfurique fumant de Northaausen, petite ville de la Basse-Saxe, où l'on préparait beaucoup de cet acide par la distillation du sulfate de fer, comme on le fait encore dans beaucoup d'endroits de l'Allemagne. Il a trouvé, entre autres, que cet acide fumant, distillé à un feu très-doux, donnait un acide volatil blanc concret, cristallisé, ou déposé en croûtes comme certains champignons, qui exhalait beaucoup de vapeur âcre à l'air où il se fondait, qui s'unissait à l'eau avec bruit, etc. Meyer, en citant ces expériences dans son essai sur *la chaux vive*, attribue les propriétés de ce sel à son principe hypothétique, *acidum pingue* ou *causticum*. J'ai répété les expériences de Christ. Bernhardt, j'ai obtenu exactement les mêmes résultats que j'ai décrits en détail dans les Mémoires de l'académie pour 1785, et j'y ai fait voir que l'acide concret

et cristallisé obtenu par la distillation n'était que de l'acide sulfurique surchargé d'acide sulfureux ; qu'il perdait une grande partie de ce dernier à l'air et par son union avec l'eau ; qu'on pouvait le préparer sans avoir besoin de la distillation de l'*huile de vitriol fumante de Saxe*, en saturant de l'acide sulfurique surchargé d'acide sulfureux. Quand on a entièrement décomposé par le feu le sulfate de fer dans sa distillation, opération qui fournissait seule l'ancienne *huile de vitriol* avant qu'on préparât cet acide sulfurique par la combustion du soufre, il reste un résidu rouge semblable à celui qu'on obtient par la calcination de ce sel dans des vaisseaux découverts, et d'où on séparait par le lavage, sous le nom de *sel colcothar*, *sel fixe de vitriol*, un peu de sulfate de fer suroxigéné, dont je parlerai bientôt ; tandis que ce lavage laissait un oxide de fer rouge, nommé improprement autrefois *terre douce de vitriol.*

89. Le sulfate de fer exposé à l'air y éprouve un genre d'altération dont on ignorait autrefois la cause, et que Schéele a fait connaître. De vert et transparent qu'est ce sel pur, il devient jaune, opaque et pulvérulent à sa surface. Sa dissolution dans l'eau, qui n'exige à froid que deux fois son poids de ce liquide sur-tout, présente le même phénomène d'une manière encore plus marquée : la liqueur, d'abord d'un beau vert transparent, se trouble, jaunit, précipite un oxide de cette couleur, et finit même par devenir rouge, épaisse, incristallisable, lorsqu'elle reste long-temps exposée à l'air, lorsqu'on la chauffe de même dans l'air, et dans tous les cas où elle peut absorber de l'oxigène. Ainsi, par exemple, l'addition de l'acide muriatique oxigéné la jaunit et la précipite sur-le-champ. Le sulfate de fer vert offre le même changement quand on le dissout dans l'eau aérée ; et Schéele a donné ce procédé pour reconnaître et apprécier la quantité d'air contenu dans les eaux différentes, par la proportion de précipité fourni dans chaque eau au moment de la dissolution de ce sel. Ainsi

la décomposition du sulfate de fer, dans toutes les circonstances, est due à l'absorption de l'oxigène, à l'oxidation plus forte du métal : alors il abandonne en partie l'acide sulfurique ; et celui qui y reste étant encore plus oxidé, forme du sulfate de fer rouge ou suroxigéné, qu'on nommait autrefois *eau-mère de vitriol*, parce que sa dissolution reste toujours plus ou moins abondamment après la cristallisation du sulfate de fer vert. J'examinerai plus bas les propriétés caractéristiques et particulières de ce sulfate suroxigéné, après avoir fait connaître toutes celles du sulfate ordinaire.

90. L'acide nitrique, sur-tout à l'aide de la chaleur, change le sulfate de fer en sulfate suroxigéné. Toutes les matières terreuses alcalines et les alcalis précipitent l'oxide de ce sel et le décomposent. Les alcalis fixes purs et la chaux en séparent un oxide d'un vert foncé qui paraît presque noir, et qui reste de cette couleur lorsqu'on le fait dessécher promptement en vaisseaux clos ; à l'air, et lorsque ce précipité y est exposé humide, il rougit et jaunit très-promptement en continuant de s'oxider. L'ammoniaque sépare du sulfate de fer vert un oxide encore plus foncé que celui que précipitent les alcalis fixes, et qui passe plus facilement encore à l'état d'oxide noir lorsqu'on le dessèche rapidement dans des vases fermés. Les sulfures et les hidrosulfures précipitent la dissolution de sulfate de fer vert en un oxide sulfuré ou hidrosulfuré noirâtre.

91. La plupart des sels ont une action plus ou moins marquée sur le sulfate de fer, qui les décompose en même temps. Le principe de ces décompositions, qui exigent presque toutes l'action du feu, dépend de la séparation de cet acide du sulfate par le calorique : c'est ainsi spécialement qu'il agit sur les nitrates. Si l'on distille parties égales de nitrate de potasse et de sulfate de fer dans une cornue de grès, on obtient de l'acide nitrique d'abord faible, ensuite à l'état nitreux, puis de l'acide sulfureux en très-petite quantité ; mais si on prend le nitrate de potasse fondu et le sulfate de

fer calciné au jaune, on n'a que très-peu de produit acide, formé de deux liqueurs, dont l'une, rouge brune presque noire, nage à la surface de l'autre, qui est plus lourde et moins colorée. Il passe ensuite, dans le col de la cornue et dans l'alonge, une matière blanche, concrète, très-caustique, très-déliquescente, qui se dissout dans l'eau avec rapidité et effervescence, en exhalant des vapeurs rouges considérables, qui se combine à la potasse et à la soude en exhalant les mêmes vapeurs, et forme des sulfates; en un mot, de l'acide sulfurique devenu concret par la vapeur nitreuse ou par l'oxide nitreux qui le sature. Les deux liqueurs rouges sont deux acides nitreux différens, qui se mêlent par l'agitation et ne font plus ensuite qu'un seul acide nitreux très-foncé. Bucquet avait fait sur ce double produit nitreux, peu connu encore et peu examiné par les chimistes, quelques expériences assez singulières qu'il a communiquées à l'académie des sciences. L'acide surnageant ou le plus léger, mêlé avec de l'acide sulfurique, produisit une vive effervescence, et même une explosion dangereuse, puisque tout l'acide nitreux fut réduit sur-le-champ en vapeur, et l'acide sulfurique prit une forme concrète et cristalline par l'absorption et la condensation de l'oxide nitreux qu'il lui enleva dans l'explosion qui eut lieu; celui qui faisait l'expérience eut la figure et les mains couvertes de gouttes d'acide; il s'éleva à l'instant même sur son visage des boutons rouges et enflammés, qui ont suppuré comme des pustules de petite vérole. Les deux acides nitriques obtenus dans cette expérience ne sont séparés que parce que le second qui surnage l'autre comme plus léger et plus chargé d'oxide nitreux, arrive peu à peu, et se rassemble lentement à sa surface sans s'y mêler. On voit un même phénomène dans l'acide sulfurique faible qu'on fait couler au-dessus de l'acide sulfurique concentré, et qui le recouvre sans s'y unir; dans l'acide muriatique formé au fond de l'eau par la condensation du gaz qu'on fait passer pour préparer cet acide,

à l'aide de tubes qui plongent au bas de ce liquide : dans cette dernière expérience, on remarque une couche d'eau saturée d'acide, plus dense et bien distincte de l'eau non encore saturée qui la recouvre. L'agitation produite par le gaz, qui continue à passer et à se lever de plus en plus dans la liqueur, à mesure que celle-ci se sature de bas en haut, fait disparaître à la fin ces deux couches, comme elle le fait dans les deux acides nitreux qu'on mêle. Le résidu de la distillation du sulfate de fer et du nitrate de potasse est une espèce de scorie ferrugineuse dont on ne peut tirer que très-peu de sulfate de potasse, quand on a fortement chauffé le mélange. On en retire beaucoup plus quand on n'a pas donné un aussi grand coup de feu.

92. On décompose les muriates, et sur-tout le muriate de soude, par le moyen du sulfate de fer, à raison du dégagement de l'acide sulfurique qui sépare l'acide muriatique de sa base : c'est un des moyens d'avoir de l'acide muriatique gazeux très-abondant. Il passe aussi de l'acide muriatique oxigéné, à cause de l'action de cet acide sur l'oxide de fer : voilà pourquoi l'opération faite avec le sulfate de fer donne de l'acide coloré en jaune ; à la fin il s'élève même un peu de muriate de fer en vapeur. Il reste du sulfate de soude dans le résidu ; il est cependant difficile à extraire, parce que la forte chaleur qu'on a employée dans l'opération l'a combiné en une espèce de fritte avec l'oxide de fer ; le muriate suroxigéné de potasse altère la nature du sulfate de fer, et le fait passer à l'état suroxigéné ou rouge.

93. Les phosphates alcalins sont décomposés par le sulfate de fer qu'ils décomposent en même temps ; il se fait un précipité de phosphate de fer, et il reste des sulfates alcalins en dissolution. Les borates, et sur-tout le borax ordinaire, sont décomposés par le sulfate de fer ; par la voie humide il se fait un précipité de borate ferrugineux, et il reste du sulfate de soude en dissolution dans la liqueur surnageante.

Par la voie sèche, et en faisant cette expérience dans des vaisseaux sublimatoires, on obtient de l'acide boracique sublimé et cristallisé à la faveur de l'eau contenue dans le mélange. C'est dans une pareille opération que Hombert a découvert cette espèce d'acide qu'il croyait produit par le vitriol, et qu'il avait nommé, à cause de cela, *sel volatil narcotique de vitriol.* Les carbonates alcalins liquides décomposent le sulfate de fer, et en précipitent du carbonate de fer sous la forme d'une poudre grise, qui diffère beaucoup du précipité donné par les alcalis purs. Il faut remarquer que tous les faits décrits jusqu'ici sur les sulfates de fer prouvent que l'oxide qui y est contenu est à l'état d'oxide noir; ou n'est chargé d'oxide qu'à la dose de 0.25 à 0.29.

94. J'ai fait voir dans tout ce qui précède sur le sulfate de fer, que ce sel est très-avide d'absorber l'oxigène, qu'il le prend à l'air, à l'eau aérée, à l'acide nitrique, à l'acide muriatique oxigéné, et sur-tout par l'agitation de sa dissolution avec l'air, ou par l'évaporation dans des vaisseaux ouverts: dans tous ces cas, le sulfate de fer passe à l'état d'un sel suroxigéné dont il est important de connaître les propriétés différentes. On obtient ce sel suroxigéné en dissolvant de l'oxide de fer rouge dans l'acide sulfurique concentré à l'aide de la chaleur: on l'a nommé *eau-mère*, parce qu'il en reste toujours dans la dissolution qui a formé de cristaux de sulfate de fer vert, et parce qu'outre la couleur rouge qui le distingue de ce dernier, il n'est pas cristallisable comme lui. Déja les chimistes avaient reconnu quelques différences entre les propriétés de cette *eau-mère* et celles du sulfate de fer vert et cristallisé; ils en avaient annoncé la couleur, la nature épaisse, visqueuse et non cristallisable. Le citoyen Monnet l'avait même caractérisé par l'oxidation plus avancée du fer; mais on doit à M. Proust, professeur de chimie à Ségovie, des expériences assez suivies sur ce sel, pour en avoir déterminé les caractères distinctifs. Son travail, communiqué à l'Institut national en floréal an 5,

ne laisse rien à desirer : après avoir rassemblé les principales circonstances dans lesquelles le sulfate vert se convertit en sulfate de fer rouge que je nomme suroxigéné, circonstances que j'ai indiquées plus haut, il observe qu'il n'y a que deux sulfates de fer ; qu'il n'y a point d'état intermédiaire entre ces deux espèces ; que lorsque le premier passe du vert au rouge par diverses nuances, et n'est pas encore changé tout entier en sulfate suroxigéné, il n'est qu'un mélange des deux en différentes proportions ; qu'on peut les séparer et en déterminer la quantité respective par l'alcool, qui dissout le suroxigéné sans toucher au sulfate de fer simple : de sorte qu'on a, dans cette dissolubilité du premier, un moyen de les obtenir parfaitement purs et isolés l'un et l'autre.

95. Le sulfate de fer suroxigéné ne donne jamais de cristaux ; il a une couleur rouge ; il dépose de l'oxide de fer à l'air et par l'action du feu ; il est toujours avec excès d'acide ; il attire l'humidité de l'air ; le fer qui le sature y contient 0.48 d'oxigène, tandis que celui du précédent n'y contient que 0.27 de ce principe ; il est plus dissoluble dans l'eau que le sulfate de fer ; il précipite, par les terres et les alcalis purs, un oxide jaune ou rougeâtre qui n'éprouve pas d'altération à l'air, parce qu'il ne peut plus en absorber d'oxigène : tandis que celui du sulfate de fer vert en absorbe facilement ce qui lui manque pour être changé, depuis les 0.27 de ce principe qu'il contient, jusqu'à 0.48 qu'il peut en prendre. Ainsi, un des caractères les plus prononcés des deux sulfates de fer consiste dans leur précipitation comparée par les alcalis caustiques. Le simple ou vert donne un précipité formé de 0.73 de fer et de 0.27 d'oxigène, et le sulfate suroxigéné en fournit un qui contient 0.48 d'oxigène et 0.52 de fer. Une autre propriété également très-caractéristique du sulfate de fer suroxigéné, c'est que quand on ajoute du fer à sa dissolution il est décomposé : une partie de son oxide se sépare ; l'autre partage avec le fer ajouté l'oxigène abondant qu'il contient,

et la dissolution repasse à l'état de sulfate ordinaire. M. Proust annonce que le mercure, le zinc, l'étain et plusieurs autres métaux ont la même propriété de faire rétrograder le sulfate de fer suroxigéné vers l'état de sulfate de fer simple ; l'eau hidrosulfurée décompose et change la nature du sulfate de fer suroxigéné en sulfate de fer vert, tandis qu'elle ne précipite, suivant ce chimiste, le sulfate de fer vert qu'à cause de la portion d'oxide de cuivre qu'il contient si souvent.

96. Enfin deux autres propriétés observées par le même auteur distinguent encore et caractérisent essentiellement les deux sulfates de fer : et quoiqu'elles soient tirées d'espèces d'agens encore nouveaux et dont il n'a pas encore été question, je réunirai ici l'exposé de ces deux derniers caractères pour rendre plus complète la distinction des deux sulfates de fer ; devant reprendre d'ailleurs cet objet plus en détail dans une autre section, je ne ferai que l'énoncer ici. M. Proust assure que la noix de galle ne change point les propriétés du sulfate de fer simple, et qu'elle précipite le sulfate jaune ou suroxigéné en noir très-brillant ; que c'est pour cela qu'en exposant à l'air une teinture encore humide faite avec du sulfate vert de fer, et qui n'a point pris dans la cuve la couleur noire, elle se fonce en couleur et passe au noir en absorbant l'oxigène de l'atmosphère, comme le fait l'encre elle-même, suivant une observation constante.

Le professeur Proust a encore trouvé que les prussiates alcalins bien saturés et bien purs ne changent point la couleur du sulfate de fer simple, et qu'on n'obtient de bleu de Prusse que des mêmes prussiates mêlés avec le sulfate suroxigéné ; qu'il y a deux espèces de prussiate de fer répondant aux deux espèces de sulfates : l'un blanc, avec le fer à 0,27 d'oxigène ; l'autre bleu, avec le fer à 0.48 de ce principe. Aussi l'espèce de prussiate de fer blanc qu'on se procure en jetant une dissolution de prussiate de potasse dans une dissolution de sulfate vert de fer, passe peu à peu à l'état de prussiate bleu, par

son exposition à l'air, quand il est encore humide, ou par l'addition de l'acide muriatique oxigéné. Au reste, M. Proust généralise et étend l'histoire de ces deux espèces de sulfate et de prussiate de fer à plusieurs autres combinaisons des acides avec l'oxide de ce métal, et sur-tout à celle des acides nitrique et muriatique.

97. L'action de l'acide sulfureux sur le fer est une de celles que les chimistes modernes ont le plus exactement suivies et appréciées dans l'histoire des sulfites métalliques. Le citoyen Berthollet a le premier vu que cet acide était décomposé par le fer, que la portion de soufre séparé de l'oxigène par le métal restait en combinaison avec le sel formé, d'où on pouvait le précipiter par le moyen de l'acide sulfurique. Les phénomènes de la combinaison du fer avec l'acide sulfureux nous ont beaucoup occupés, le citoyen Vauquelin et moi, dans nos recherches sur cet objet; et en confirmant ce qu'avait déja annoncé avant nous le citoyen Berthollet, nous y avons ajouté quelques faits qui, comparés à ceux que nous ont présentés plusieurs autres substances métalliques, nous ont permis de généraliser les propriétés d'un grand nombre de sulfites métalliques, et d'en offrir conséquemment une histoire plus complète que les premiers traits qui en avaient été donnés par le célèbre chimiste cité.

L'acide sulfureux liquide, versé sur de la limaille de fer, agit tout-à-coup, et prend une couleur fauve foncée; il se dégage quelques bulles de gaz hidrogène qui cessent promptement; il se développe beaucoup de chaleur, et la couleur fauve est bientôt remplacée par une nuance verdâtre; il reste un peu de carbure de fer au fond de la dissolution: celle-ci fait effervescence avec les acides, exhale beaucoup d'acide sulfureux, et dépose du véritable soufre en poudre blanche. Un peu d'acide sulfurique ou muriatique versé dans cette dissolution y fait une vive effervescence sans y occasionner de précipitation; il faut en mettre une assez grande quantité

pour obtenir la précipitation du soufre en poussière blanche : l'acide nitreux bien fumant en sépare du soufre jaune et en masse ductile. Il résulte de là que le sulfite sulfuré de fer n'est pas saturé de soufre, et que la première portion des acides qu'on y ajoute agit d'abord sur le sulfite de fer seul sans agir sur la partie du sulfite sulfuré. Le soufre ainsi séparé contient un peu de fer qui se combine avec lui en oxide sulfuré à l'aide de la chaleur.

98. La dissolution de fer dans l'acide sulfureux, exposée à l'air, dépose une poussière jaune rougeâtre, et des cristaux enveloppés de la même poussière rougeâtre. En lessivant toute cette masse avec de l'eau, elle dissout la partie cristallisée, et laisse la poussière rouge, qui, dissoute dans l'acide muriatique, lui cède le fer, et dépose du soufre encore un peu ferrugineux. La lessive du dépôt dans l'eau est encore du sulfite de fer sulfuré, moins chargée de soufre que la première dissolution : ainsi l'air décompose celle-ci et en précipite de l'oxide de fer sulfuré. Les alcalis précipitent en vert ce sulfite désulfuré par son exposition à l'air ; l'acide nitrique lui donne une couleur rouge plus ou moins foncée. Laissé à l'air après le premier dépôt, il se forme à sa surface une pellicule rouge ; il se dépose une poussière rouge, et ensuite des cristaux de sulfate de fer. La poussière rouge exhale un peu d'acide sulfureux ; mais le sel offre une conversion de sulfite en sulfate. Ce sulfite simple de fer diffère donc du sulfite sulfuré, en ce que ce dernier est permanent à l'air, tandis que le premier y absorbe de l'oxigène. Le sulfite sulfuré dépose du soufre par les acides, et le sulfite simple ne donne que de l'acide sulfureux : le sulfite sulfuré est dissoluble dans l'alcool, et le sulfite simple ne l'est pas du tout. On peut faire ce dernier en combinant immédiatement l'oxide de fer avec l'acide sulfureux ; celui-ci perd son odeur : on obtient une dissolution rouge.

99. L'oxide de fer le plus oxidé n'agit point sur l'acide sulfureux de manière à lui céder de l'oxigène et à le con-

vertir en sulfate, comme le fait l'oxide de manganèse; et cela prouve que le fer a plus d'attraction pour l'oxigène que n'en a l'acide sulfureux : aussi a-t-on vu le fer décomposer l'acide sulfurique, et en convertir une partie en acide sulfureux, décomposer même celui-ci, et en séparer du soufre, par lequel l'oxide de fer est un peu fixé dans sa combinaison avec cet acide, puisque le sulfite sulfuré est moins altérable par l'air que ne l'est le sulfite simple. On observera encore que les sulfites de fer sulfurés ou simples ne donnent point de noir avec la noix de galle, ni de bleu avec le prussiate de potasse, et qu'il n'y a pas lieu de douter, d'après cela, que l'oxide de fer n'y est pas porté aussi loin dans son oxidation que dans le sulfate de fer suroxigéné, ou même dans le sulfate de fer mêlé d'une certaine quantité de ce dernier. La fonte, en se dissolvant dans l'acide sulfureux, ne donne pas de gaz hidrogène; et c'est un moyen d'en séparer avec exactitude le carbure de fer qui reste en poudre noire après sa dissolution.

100. Le fer décompose l'acide nitrique avec une très-grande énergie : il se dégage tant de gaz nitreux, qu'une vapeur rouge très-forte se forme dans l'air au dessus du vase où l'on fait l'opération. L'effervescence, le bouillonnement, le boursouflement, l'écume sont considérables. Le fer est oxidé en rouge brun, et il reste en poudre sèche lorsque sur de la limaille fine on a mis peu d'acide nitrique. Cependant cet acide très-fourd et très-concentré agit beaucoup moins sur ce métal que lorsqu'il est étendu d'une certaine quantité d'eau : il paraît que celle-ci est nécessaire pour diminuer l'aggrégation des molécules de l'acide, et pour favoriser l'action du fer sur elles. Les anciens chimistes, frappés de la rapidité de l'action réciproque de ces deux corps, et uniquement occupés de l'intention de se procurer une dissolution plus ou moins chargée, et sur-tout permanente, de fer dans l'acide nitrique, ont trouvé un moyen de remplir ce but, en mettant du fer en mor-

ceaux dans l'acide nitrique faible, et en ne laissant pas saturer cet acide. Les chimistes modernes, depuis la découverte des gaz, ont moins songé à opérer une dissolution nitrique du fer qu'à puiser, dans leur action mutuelle, un procédé pour obtenir abondamment l'espèce d'oxide d'azote, connu sous le nom de *gaz nitreux*. Plusieurs d'entre eux ont conseillé cette dissolution pour dégager cette espèce de fluide élastique; mais la nature même du nitrate formé dans cette opération, son avidité pour s'unir à l'oxigène, la grande quantité qu'il peut en absorber, mettent un obstacle insurmontable à la réussite de ce procédé. En effet, le gaz nitreux qui se dégage dans ce cas est bientôt suivi de gaz azote, qui se mêle avec lui, et qui le rend extrêmement variable; de sorte qu'on ne peut jamais compter sur la nature de ce gaz. Lorsque l'action est la plus forte qu'il est possible, non-seulement l'azote est séparé d'avec l'oxigène de l'acide, mais encore l'eau qui lui est unie est décomposée; son hidrogène se combine à l'azote de l'acide nitrique, et forme de l'ammoniaque, comme on l'a vu dans la dissolution d'étain : aussi, lorsqu'on jette de la chaux vive dans une dissolution épaisse, ou plutôt dans le magma formé par le fer et l'acide nitrique, même après l'avoir gardé quelque temps dans des vaisseaux fermés, on obtient un dégagement plus ou moins considérable de gaz ammoniac.

101. Quand on emploie l'acide nitrique faible, et le fer en morceaux, on a une dissolution d'un vert jaunâtre, qui devient bientôt brune; le plus souvent même elle est de cette couleur: on y trouve toujours un excès d'acide. Stahl a remarqué qu'en mettant du fer dans ce nitrate ferrugineux liquide, l'oxide qui y était dissous se précipitait, et le fer moins fortement oxidé en prenait la place. En laissant la dissolution nitrique de fer exposée à l'air, ou en l'évaporant au feu, il y a précipitation d'oxide de fer rouge. Souvent, quand on l'évapore rapidement, elle prend la consistance d'une gelée rougeâtre, qui ne se dis-

sont qu'en partie dans l'eau, et dont la plus grande partie se précipite. On ne peut jamais en obtenir de cristaux. En chauffant le nitrate de fer dans une cornue, il se dégage beaucoup de vapeur rouge, de gaz nitreux, de gaz azote et d'eau. Il reste un oxide d'un rouge très-vif et brillant. La dissolution de ce sel précipite par la potasse pure un oxide d'un brun clair : si on met plus d'alcali qu'il n'en faut pour en opérer la précipitation, une partie de l'oxide se redissout, et la liqueur prend une couleur brune beaucoup plus foncée que n'était la dissolution. L'ammoniaque y forme un précipité très-coloré, qui se rapproche de l'oxide noir, et qui passe même tout-à-fait à cet état quand on le sèche à une chaleur subite et sans le contact de l'air. On a proposé cette précipitation pour préparer l'*éthiops martial ;* mais plusieurs des procédés décrits ci-dessus sont infiniment préférables à cause de la pureté du produit qu'ils donnent, et de la facilité de leur exécution. Si l'ammoniaque forme un précipité beaucoup plus coloré que les alcalis fixes caustiques, et s'il tire sur le noir de l'éthiops, c'est que l'alcali volatil se décompose et décompose l'oxide, comme je le ferai voir plus en détail lorsqu'il sera question de l'action des bases sur le fer et sur ses oxides.

102. On fait une précipitation regardée autrefois comme beaucoup plus importante que les précédentes, en versant du carbonate de potasse dans la dissolution nitrique de fer. Quoique Stahl n'ait indiqué que le phénomène de la dissolution qui a lieu dans ce cas, et quoiqu'on ait ignoré complétement la cause de cette dissolution jusqu'à la découverte de l'acide carbonique, ce chimiste avait recommandé cette préparation en médecine, sous le nom de *teinture martiale alcaline*. Pour l'obtenir, on verse dans la dissolution nitrique de fer celle du carbonate de potasse dans l'eau ; on ajoute un excès du précipitant, et on agite beaucoup le mélange ; on apperçoit bientôt le précipité disparaître et la liqueur se colorer en rouge foncé et brillant. Les auteurs ont varié sur la prépa-

ration de cette teinture ou dissolution alcaline. Tandis que Stahl conseille de prendre une dissolution nitrique bien saturée, plusieurs chimistes voulaient au contraire qu'on en prît une très-peu chargée de fer. Il est d'observation que cette dissolution réussit mieux quand elle est très-rouge que quand elle est pâle ou simplement jaunâtre. La véritable cause de cette dissolution étant due à l'acide carbonique dégagé de l'alcali, il faut choisir le carbonate de potasse bien saturé, étendre le mélange d'une certaine quantité d'eau, qui, en arrêtant l'acide, favorise la dissolution du fer. Cette liqueur, exposée à l'air, se trouble, se précipite, et dépose, sur-tout par le contact de l'air, une quantité considérable d'oxide de fer jaune rougeâtre, qu'on nommait autrefois *safran de Mars apéritif de Stahl.* J'ai observé que le carbonate d'ammoniaque, employé pour décomposer le nitrate de fer, dissolvait aussi très-abondamment l'oxide qu'il en sépare, et formait une teinture aussi belle que celle de Stahl, et qui pourrait le remplacer avec beaucoup d'avantages dans la pratique de la médecine.

103. L'acide nitrique tient très-faiblement à l'oxide de fer, et le laisse très-facilement précipiter, comme je l'ai déja plusieurs fois annoncé; aussi cet acide ne dissout-il pas l'oxide de fer très-oxidé, et s'en sert-on souvent dans les analyses chimiques pour brûler complétement le fer, l'empêcher d'être soluble, et favoriser ainsi la dissolution des autres oxides métalliques, ainsi que leur séparation de celui de fer : c'est ce que Bergman a particulièrement prescrit dans l'analyse de plusieurs minéraux, et spécialement des pierres, des terres, des résidus d'eaux minérales ferrugineuses. C'est ainsi que, dans le cas des analyses de mines où le fer est dans un état d'oxidation très-avancée, on prescrit d'enlever les terres solubles ou les autres oxides métalliques à l'aide de l'acide nitrique, qui ne touche point à l'oxide de fer, et qui le laisse seul et isolé : de sorte qu'on peut et le retrouver et le dis-

soudre, et connaître sa proportion par d'autres acides, comme je vais bientôt le faire voir. L'acide sulfurique décompose le nitrate de fer, lui enlève l'oxide de ce métal, et forme en s'y combinant du sulfate de fer suroxigéné. Il est bien facile de voir, par la seule inspection de la dissolution nitrique, qu'elle contient l'oxide de fer très-oxidé et beaucoup plus brûlé que le sulfate vert : on le prouve d'ailleurs par l'addition de la noix de galle, qui forme sur-le-champ un précipité noir dans cette dissolution, et par celle du prussiate de potasse qui la change en bleu pur, dont on n'a pas besoin d'aviver la couleur au moyen des autres acides ; et j'ai déja fait remarquer que l'encre et le bleu de Prusse ne prenaient ordinairement toute l'intensité de leur nuance qu'avec les oxides de fer très-oxidés, ou que s'ils n'étaient pas parvenus à toute leur couleur, ils n'en acquéraient le complément que par le contact de l'air ou par l'acide muriatique oxigéné. Puisque le nitrate de fer donne sur-le-champ les deux produits, il faut en conclure que le fer y est au moins à 0.48 d'oxigène : cela est mis hors de doute par une observation que le citoyen Vauquelin m'a communiquée sur l'action spontanée de l'acide nitrique et de l'oxide de fer. L'acide nitrique concentré, versé sur de l'oxide de fer, provenant de la décomposition de l'eau, y avait été laissé en contact pendant plusieurs mois sans qu'il parût y avoir entre eux d'action bien marquée ; cependant l'acide nitrique, sans avoir perdu son acidité, était très-adouci, et avait une saveur atramentaire très-sensible. Le citoyen Vauquelin fut fort étonné en remuant la liqueur, qui avoit une couleur brune, d'y voir plusieurs gros cristaux, dont le moindre pesait plus de quatre grammes. Ces cristaux étaient blancs et transparens : cependant, en les regardant par réfraction, ils avaient une légère teinte violette, et par réflexion ils paraissaient d'un gris de perle, et comme s'il y avait eu un peu d'oxide d'étain entre leurs lames ; leur forme était un prisme carré terminé par un biseau.

Ce nitrate de fer était fort déliquescent, d'une saveur piquante et atramentaire. En le jetant dans l'eau, il est devenu rouge, et sa dissolution tirait également sur cette couleur : elle a précipité en rouge par l'ammoniaque et par le carbonate de potasse ; elle a donné sur-le-champ un très-beau bleu de Prusse par le prussiate de potasse.

Ces phénomènes prouvent que l'acide nitrique a de l'affinité avec l'oxide de fer noir ; qu'il s'y unit jusqu'à saturation lorsque la température n'est pas trop élevée, et que cette combinaison est susceptible de cristallisation comme de quelque permanence. L'oxide de fer y est néanmoins à son *maximum* d'oxidation, puisqu'il en est précipité en rouge par l'ammoniaque et le carbonate de potasse, et en bleu par le prussiate de potasse.

104. Malgré la vive action qui a lieu entre le fer et l'acide nitrique, j'ai déja annoncé qu'on pouvait la modérer tellement en ajoutant beaucoup d'eau à cet acide, ou en n'en mêlant que très-peu dans une grande quantité d'eau, que le métal ne fait alors que passer à l'état d'oxide noir, et que c'était un procédé dont quelques auteurs s'étaient servis pour préparer l'éthiops martial. Le citoyen Darcet, dans un rapport fait en 1779 à la société de médecine, a indiqué l'invention de ce moyen comme due à Croharé, alors apothicaire à Paris ; et le docteur Ingenhousz, qui l'a communiqué en 1797 à un pharmacien de Bruxelles, ignorait sans doute qu'il eût été pratiqué plus de vingt ans auparavant dans des laboratoires de pharmacie de Paris. Fred. Hoffmann a proposé de se servir du nitrate de fer évaporé à siccité pour en obtenir par la distillation de l'esprit de nitre, comme on l'appelait alors, *très-fort* et *très-rutilant*. Il est utile encore à l'histoire de la science de remarquer ici que la dissolution de fer dans l'acide nitrique a été pour Mayow, à la fin du dix-septième siècle, et pour Hales, presqu'au commencement du dix-huitième, l'occasion de deux découvertes capitales, qui n'ont

pas germé parmi leurs contemporains, mais qui étaient comme les premières lueurs de la révolution que la chimie devait éprouver, près d'un siècle après la première de ces époques, par l'examen des fluides élastiques. Mayow remarqua, en faisant cette dissolution dans un appareil singulièrement analogue à ceux dont se sont servis près de cent ans après Priestley et Lavoisier, que, malgré le dégagement d'une vapeur, il y avait condensation et diminution sensible dans l'air de son appareil. Hales, en faisant agir l'eau-forte sur un sulfure de fer ou une pyrite de Sméathon, obtint un fluide qui devint rouge en se mêlant à l'air; et quoiqu'il n'ait pas véritablement distingué le gaz nitreux, il est évident qu'il en a fait la première découverte. Enfin, quelques chimistes modernes ont cru que le fer oxidé par l'acide nitrique prenait les caractères d'un acide particulier. Mais aucun fait exact n'a encore prouvé cette assertion, et l'on ne doit la regarder que comme un aperçu.

105. Le fer, qui n'attaque et ne décompose pas plus l'acide muriatique que ne le font toutes les autres substances métalliques, éprouve cependant une forte et prompte altération dans le gaz acide muriatique, à raison de l'eau que ce gaz tient toujours en dissolution. On voit la limaille de fer noircir d'abord, passer ensuite à l'état d'oxide rougeâtre, souvent mouillé de petites gouttes de liqueur verte. Le gaz augmente un peu de volume, se trouve mêlé de gaz hidrogène, preuve que l'eau qui y était dissoute est décomposée par le fer. Lorsque l'acide muriatique est en entier absorbé par le fer oxidé, le gaz hidrogène, produit de cette action, remplit seul la cloche où elle a lieu. Si à cette époque on y fait passer un peu d'eau, celle-ci se colore en vert et dissout du muriate de fer, au fond duquel on trouve de l'oxide noir de ce métal. Un peu d'acide muriatique dans beaucoup d'eau favorise singulièrement le changement du fer en oxide noir, et par conséquent accélère la formation de l'éthiops martial de Lémery.

106. L'acide muriatique liquide attaque ou paraît attaquer d'autant plus rapidement le fer qu'il est moins dense ou moins concentré ; il s'établit, dès le premier contact de ces substances, une vive et bruyante effervescence, produite par le dégagement d'une grande quantité de gaz hidrogène, dû à l'eau qui étend ou délaye l'acide ; le fer, agité dans la liqueur, paraît comme une poussière noire ; s'il contient du carbone, il reste, après sa dissolution, un peu de poussière de carbure de fer très-noire. L'acier laisse même dans cette opération, quand on la fait doucement, un fragment ou quelques fragmens poreux, légers, de ce composé carboné ; à mesure que le fer est oxidé par l'eau, il se dissout dans l'acide et forme une liqueur verte qui n'a point la belle couleur d'émeraude du sulfate de fer, mais qui est ou plus pâle, ou tirant sur le jaune. Cette dissolution toujours acide, d'une saveur styptique, forte, est la plus permanente dissolution de fer qui existe : c'est celle qui se trouble et se précipite le moins par tous les moyens oxigénans ; cependant, laissée à l'air pendant quelque temps ou chauffé fortement, elle passe au brun, et dépose de l'oxide de fer. L'évaporation la plus ménagée et le refroidissement le plus lent n'en séparent pas de cristaux. Quand elle est portée à la consistance sirupeuse, elle forme, en se refroidissant, une espèce de magma, au milieu duquel on apperçoit quelques rudimens de cristaux aiguillés et aplatis, qui paraissent être très-déliquescens. Ce magma se fond à un feu doux et comme une espèce de graisse. Si on le chauffe quelque temps, il se dessèche en prenant une couleur de rouille rougeâtre ; il s'en exhale de l'acide muriatique, qui, suivant l'observation de Brandt, emporte avec lui de l'oxide de fer. En distillant le muriate de fer épais dans une cornue de grès à un feu gradué qu'on pousse jusqu'à la plus extrême violence, on obtient d'abord de l'eau acidulée, du gaz acide muriatique, qui, chargé de fer, se dépose en cristaux dans le ballon, et s'attache en lames brillantes et colorées à la voûte de la cornue ;

à la fin de l'opération, il se sublime du fer en oxide noir, qui se cristallise en lames hexaèdres brillantes et polies comme de l'acier, et qui jouit aussi de la polarité magnétique: ces lames ressemblent, sinon pour la forme, au moins pour la couleur, au fer de Volvic et du mont d'Or. Il n'est pas douteux que le fer ne se désoxide et ne se cristallise qu'après avoir été réduit en vapeur, et qu'il ne se forme en même temps de l'acide muriatique oxigéné; il est très-remarquable que le muriate de fer, récent en dissolution, donne par tous les réactifs alcalins et en état de pureté, un précipité qui se réduit très-facilement en oxide noir: tout annonce que le fer est moins oxidé ou plus disposé au moins à perdre son oxigène dans sa combinaison avec l'acide muriatique.

107. Cependant cet acide attaque tous les oxides les plus avancés de ce métal; il est conseillé par tous les chimistes pour dissoudre les oxides de fer brun, rouge ou jaune qui résistent à l'action des autres acides: cette propriété le fait employer, avec beaucoup d'avantage, dans l'analyse des terres, des pierres, des résidus d'eaux minérales, des cendres végétales et animales. L'expérience et le besoin avaient appris ce fait à ceux qui travaillaient habituellement dans les laboratoires de chimie, bien avant que les chimistes modernes se fussent occupés de l'action de l'acide muriatique, et sur-tout avant qu'on eût reconnu la cause de cette action. On avait la coutume dans les manipulations chimiques, pour nettoyer les vases de verre imprégnés d'oxide de fer, qui y adhère beaucoup et qui les salit de manière à ce qu'ils ne peuvent servir à aucune opération de chimie dans cet état, d'y verser un peu de ce qu'on nommait *esprit de sel*, c'est-à-dire d'acide muriatique fumant, d'agiter fortement cet acide dans les vases, et de les chauffer même légèrement: ce procédé enlevait les taches de rouille. J'ai trouvé, il y a quelques années, la cause de cette dissolubilité des oxides de fer par l'acide muriatique. Ayant versé cet acide un peu concentré sur de l'oxide de fer

brun, indissoluble dans les autres acides, et sur-tout inattaquable par celui du nitre, je me suis apperçu qu'il se formait de l'acide muriatique oxigéné ; il m'a paru même que cette formation était assez forte et assez abondante pour proposer de se servir de ce procédé au défaut d'oxide de manganèse. A mesure qu'une partie de l'acide muriatique qu'on y emploie passe à l'état d'acide muriatique oxigéné, l'oxide de fer désoxidé se dissout dans l'autre portion de l'acide muriatique, et forme un muriate de fer rouge différent du précédent, comme le sulfate de fer rouge diffère du vert. Il y a lieu de croire que c'est par quelque expérience analogue que Stahl a pu être induit en erreur quand il a prétendu que ce fer changeait l'acide muriatique en acide du nitre ; la couleur jaune et l'odeur particulière que contracte cet acide ont pu le séduire. Le muriate de fer suroxigéné que l'on fabrique ainsi donne, par les alcalis, un précipité qui ne peut plus être oxidé au moins très-sensiblement par l'air ; la noix de galle et les prussiates le convertissent de suite en noir foncé et en bleu de Prusse riche.

108. L'acide phosphorique ne se combine que très-lentement avec le fer ; il finit cependant par favoriser son oxidation, et par former avec son oxide un sel indissoluble. C'est ainsi qu'il se combine vraisemblablement dans la nature, et qu'il constitue le phosphate de fer que l'on trouve dans les fers limoneux. Voici un exemple frappant de cette action réciproque dans un fait observé par le citoyen Vauquelin. Ce chimiste, en considérant avec attention des plaques de fer très-larges et très-épaisses, appliquées sur le bas des murs d'une arcade publique très-fréquentée, remarqua d'abord avec étonnement que ces pièces de fer si fortes avaient éprouvé, sur-tout dans les enfoncemens de cette arcade, une altération singulière ; elles étaient jaunes, rougeâtres, rouillées, boursouflées, inégales, raboteuses, augmentées de volume, et devenues si cassantes, que le choc le plus simple ou l'effort le plus modéré suffisait pour

les briser et en enlever des morceaux très-épais et très-volumineux : en sorte que les barres placées pour soutenir et défendre les pierres contre les froissemens des voitures et des corps durs qui les frappent si souvent, n'étaient plus capables de résister à ces pressions, et ne remplissaient plus l'usage auquel elles étaient destinées. La cause de cette altération si forte fut bientôt reconnue par le citoyen Vauquelin pour être due à l'urine qui arrosait sans cesse ces barres de fer, dans le lieu où on s'arrête pour satisfaire à ce besoin naturel. Pour déterminer en quoi consistait cette altération, ce chimiste a brisé plusieurs de ces morceaux et les a trouvés d'un brun rouge en dedans, d'un grain lamelleux, brillant et comme spathique, tapissés, dans les cavités nombreuses qu'on y remarque, de petits cristaux brillans. En chauffant ce fer rouillé et cristallin dans un creuset brasqué, il s'est fondu assez facilement, a donné un culot homogène, cassant, d'un gris brillant et métallique, d'un grain fort dur et serré, qui a présenté au chalumeau, et par les acides, toutes les propriétés du phosphure de fer. Ce culot pesait plus de la moitié du fer employé ; il était recouvert d'une scorie d'émail gris verdâtre et boursouflé, qui n'était que du phosphate de chaux vitrifié et coloré par l'oxide de fer. Ainsi le métal altéré n'était que du phosphate de fer mêlé de phosphate calcaire, de quelques autres sels et de matières colorantes provenant de l'urine humaine : le charbon chauffé fortement avec ce corps la réduit en phosphure de fer, en désoxidant ce métal et désacidifiant l'acide phosphorique.

Cette observation fournit trois résultats utiles. 1°. Il ne faut point exposer du fer dans les lieux qui reçoivent sans cesse de l'urine humaine, sans le couvrir au moins de vernis très-épais et très-solide : du fer plongé dans l'urine éprouve le même changement. 2°. On ne doit pas évaporer l'acide phosphorique dans des vases de fer qui s'usent et se percent par l'action de ce corps. 3°. Quand on prépare du phosphore avec l'acide phosphorique qui a été évaporé dans des vaisseaux de

ce métal, et de même dans des vases de cuivre, on perd une partie du phosphore, qui s'unit avec l'un ou l'autre de ces métaux : aussi les résidus de cette distillation contiennent-ils souvent des globules de phosphure de fer ou de cuivre. C'est à la réduction des phosphates métalliques en phosphures, quand l'acide phosphorique dont on se sert en contient abondamment, réduction opérée par le charbon, que paraît être dû le boursouflement considérable qui nuit si souvent dans cette opération : l'abondance de l'acide carbonique formé et dégagé en est la cause immédiate.

On prépare encore du phosphate de fer en versant des dissolutions de phosphate alcalin dans une dissolution de sulfate de nitrate ou de muriate de fer ; il se fait alors un double échange de bases et d'acides. L'alcali quitte l'acide phosphorique pour se porter sur l'acide qui tient le fer en dissolution, et l'oxide de ce métal séparé s'unit avec l'acide phosphorique ; on obtient ainsi un précipité blanc de phosphate de fer : on a déja vu plus haut que le sel dissous dans l'acide sulfurique étendu d'eau se précipitait, au bout de quelques heures, en une poussière blanche qui reste long-temps suspendue dans la liqueur, et qui ne se dépose qu'à l'aide du temps. Il est presque superflu d'ajouter ici que le phosphate de fer, de quelque manière qu'il soit préparé, jouit constamment de la propriété de se réduire par le charbon rouge : en sorte que, pendant leur fusion à travers les charbons allumés, les mines qui contiennent du phosphate de fer doivent éprouver la conversion de ce sel en phosphure métallique qui s'unit à la fonte, reste adhérent à cette matière ; de sorte même qu'après l'affinage le fer qui en provient est cassant à froid, à cause du phosphure ferrugineux dont il est plus ou moins chargé.

109. L'acide fluorique liquide attaque le fer avec une grande violence ; la vive effervescence qu'il fait naître est due au dégagement du gaz hidrogène et à la décomposition de l'eau. La dissolution a une saveur astringente et métallique, ana-

logue à celle du sulfate de fer ; elle ne donne pas de cristaux par l'évaporation, mais se prend en une espèce de gelée : si on la pousse à siccité, elle devient dure et très-solide ; si on la chauffe fortement, elle laisse échapper son acide, et laisse un oxide de fer d'un beau rouge. L'acide sulfurique la décompose et en dégage l'acide fluorique. L'oxide de fer se dissout aussi dans cet acide, et lui donne, suivant Schéele, un goût alumineux. Les alcalis et les terres précipitent le fluate de fer, et en séparent un oxide qui devient facilement noir quand on le chauffe.

110. L'acide boracique favorise aussi, mais très-lentement, l'oxidation du fer par l'eau ; il ne s'unit d'ailleurs que faiblement à l'oxide de ce métal. On obtient cependant cette combinaison sous la forme de poussière, en précipitant la dissolution du sulfate de fer par celle de borate de soude neutre ou de borax, auquel on ajoute de l'acide carbonique ; car ce sel naturellement avec excès de soude, employé dans cet état pour décomposer les dissolutions métalliques, donne deux précipités mélangés, l'un d'oxide formé par la soude excédente, l'autre de borate métallique ; et quand on veut n'obtenir que ce dernier, il est évident qu'il faut faire disparaître auparavant dans le borax cet excès de soude. Au reste on n'a point encore examiné les propriétés du borate de fer.

111. L'acide carbonique s'unit facilement avec l'oxide de fer, comme on l'a déja vu dans l'histoire de la rouille de ce métal, qui n'est qu'un carbonate, parce qu'à mesure que le fer s'oxide, il absorbe facilement l'acide carbonique de l'atmosphère. Cet acide dissous dans l'eau, mis en contact avec le fer, l'attaque sensiblement, dégage sans effervescence sensible l'odeur du gaz hidrogène, et se trouve, après quelques heures de ce contact, tenir assez d'oxide de fer en dissolution pour avoir une saveur piquante et un peu styptique. Lane et Rouelle ont les premiers découvert et examiné les propriétés de cette dissolution. Bergman, qui en a donné une histoire très-exacte, a

remarqué qu'exposé à l'air elle se couvrait d'une pellicule irisée, qu'elle était décomposée par la chaux et les alcalis, tandis que les carbonates alcalins n'y opéraient pas la même décomposition. Le carbonate de fer ainsi dissous verdit le sirop de violettes; quand on évapore la liqueur, elle dépose son sel ferrugineux sous la forme d'une ochre rougeâtre.

La nature présente très-fréquemment cette dissolution carbonique de fer dans les eaux minérales, et ce sont même là les eaux ferrugineuses ou *martiales* les plus abondantes; il y a des pays où l'on en rencontre à chaque pas, tels que le département de l'Allier et celui du Puy-de-Dôme dans la République française. On croyait autrefois que le fer était simplement dissous dans l'eau : plusieurs auteurs de chimie voulaient cependant que le fer y fût dissous par l'acide sulfurique, quoiqu'ils ne pussent pas en démontrer la présence. La découverte de l'acide carbonique, sous son premier nom d'*air fixe*, a levé toutes les difficultés à cet égard. On a trouvé que le fer était presque toujours dissous par cet acide dans les eaux; qu'il y avait deux genres d'eaux ferrugineuses, les unes tenant peu, les autres tenant beaucoup d'acide carbonique; les secondes piquantes, acidules, moussent facilement; les premières ne présentent pas de pareils caractères : toutes deux déposent leur carbonate de fer par le contact de l'air et à mesure que l'acide carbonique qui en opère la dissolution, s'évaporait. Rouelle le cadet a découvert que le fer spathique naturel, ou le carbonate de fer natif, se dissout dans l'eau chargée d'acide carbonique, et imite aussi bien les eaux minérales ferrugineuses. Aujourd'hui on fabrique ces eaux artificiellement, et non seulement on imite ainsi les eaux naturelles, mais on leur donne à volonté un degré de douceur ou de force qui remplit les intentions du médecin; en sorte qu'on se sert aussi utilement de ce produit de l'art dans les maladies, que des eaux ferrugineuses naturelles.

112. Dans mes recherches sur la *rouille de fer* et sur le safran

de mars apéritif, insérées dans le Recueil de mémoires de chimie que j'ai publié en 1784, j'ai fait voir qu'en distillant ces composés faits par l'air, on obtenait du gaz acide carbonique et un peu d'eau; qu'ils se trouvaient alors convertis en oxide de fer noir; qu'en exposant des alcalis fixes caustiques à la vapeur qui s'en dégageait pendant cette décomposition par le feu, on les faisait cristalliser en les portant aussi à l'état de carbonates; que la même rouille, distillée avec le muriate d'ammoniaque, donnait du carbonate d'ammoniaque; que c'était donc du carbonate de fer artificiel absolument de la même nature que ce qu'on avait nommé du fer spathique ou de la mine de fer blanche, et que cela expliquait la production si rapide de la rouille qui a lieu par le contact de l'air humide, et surtout dans les lieux où il y a le plus d'acide carbonique en même temps, tels que les écuries, les étables, les latrines, ainsi que la corrosion profonde des morceaux de fer les plus gros et les plus épais.

113. On n'a point encore examiné, au moins avec l'exactitude et le soin suffisans pour la bien connaître, l'action que les acides métalliques exercent sur le fer, et les composés qu'ils forment avec son oxide. On n'a presque rien ajouté aux premiers faits observés par Schéele sur ce genre de combinaisons. Suivant ce célèbre chimiste, le fer est attaqué lorsqu'on le fait digérer avec l'acide arsenique; et à la fin toute la dissolution prend la forme d'une gelée. Si la digestion a été faite dans un matras bouché, et de manière qu'il n'y soit pas entré d'air, cette dissolution ne se coagule point. En l'exposant à l'air libre pendant quelques heures, sa surface devient tellement solide, que l'on peut renverser le matras sans qu'il en tombe rien; la dissolution non épaissie a donné, avec la potasse, un précipité gris verdâtre, d'où il s'est dégagé de l'acide arsenieux par l'action du feu, et qui a laissé dans le fond de la cornue un oxide de fer rouge.

Une partie de limaille de fer ayant été traitée à la distilla-

tion avec quatre parties d'acide arsenique concret, ce mélange se gonfla et s'enflamma; il y eut de l'arsenic métallique sublimé, et des taches d'un brun jaune disséminées sur les parois de la cornue. On voit ici que le fer a fortement enlevé l'oxigène à l'acide arsenique, et l'a plus condensé qu'il ne l'était dans cet acide. L'acide arsenique ne précipite point le fer des dissolutions décrites ci-dessus; mais les arseniates et les arsenites l'en séparent en poudre très-peu soluble, qui devient jaunâtre ou rougeâtre par le contact de l'air. Ce précipité, fusible à un grand feu, exhale l'odeur de l'arsenic sublimé quand on le fond, se change en une scorie noire qui, traitée avec le charbon, laisse évaporer beaucoup d'arsenic, et se réduit à l'état d'oxide noir de fer, très-attirable à l'aimant.

114. L'acide tunstique n'agit que très-peu à froid, et immédiatement sur le fer. Ce métal, plongé dans la dissolution de cet acide par l'acide muriatique, lui donne une belle couleur bleue provenant de la décomposition de l'acide tunstique et de sa conversion en tungstène par le fer: l'acide tunstique précipite le sulfate de fer en tunstate ferrugineux blanc. On sait que le wolfram est du tunstate de fer natif : les propriétés de cette mine appartiennent au tunstate de fer artificiel.

115. Schéele n'a presque rien dit de la combinaison de l'acide molybdique avec le fer; il a seulement annoncé que les molybdates alcalins solubles précipitaient les sels ferrugineux en brun, et que l'acide molybdique dissous passait au bleu lorsqu'on y plongeait des métaux avides de le rapprocher lui-même de l'état métallique.

116. Quoique le citoyen Vauquelin, dans ses deux mémoires sur le chrome et l'acide chromique, n'ait point parlé en particulier de l'action de cet acide sur le fer, il est facile de concevoir, d'après la grande disposition qu'il a pour perdre la portion acidifiante de l'oxigène, et pour repasser de l'état orangé d'acide à celui d'oxide vert, que le fer plongé dans cette dissolution doit produire cet effet. On unit l'acide chromique,

sans décomposition, à l'oxide de fer, en versant dans une dissolution de celui-ci par quelque acide que soit, une dissolution d'un chromate alcalin; on obtient sur-le-champ un précipité de chromate de fer, coloré en brun lorsque la dissolution ferrugineuse est suroxigénée. Dans le cas opposé, le précipité est vert, parce que l'acide chromique cédant de son oxigène au fer qui n'en est pas saturé, passe à l'état d'oxide de cette couleur.

I. *Action sur les bases et sur les sels.*

117. Le fer à l'état métallique n'a qu'une action très-faible sur les terres et les alcalis : cependant ces derniers, à l'état caustique et concentré, favorisent la décomposition de l'eau par le fer, puisqu'on voit s'élever du gaz hidrogène, et puisque le métal prend bientôt au fond des liqueurs l'état très-reconnoissable d'oxide noir ou d'*éthiops martial.* A peine y a-t-il néanmoins dissolution sensible de l'oxide de fer ainsi formé dans les alcalis liquides qui en ont accéléré la formation; ils ne précipitent, par un long contact de l'air, que quelques légères poussières jaunâtres, qui enduisent plutôt les parois des vases qu'elles ne forment un véritable dépôt.

118. Les oxides de fer bruns se condensent avec les terres détrempées dans l'eau : ce mélange prend beaucoup de dureté à l'aide du temps; et on a remarqué, il y a long-temps, que les ciméns où il entrait de l'oxide de fer étaient bien plus solides et bien plus durables que ceux dont cet oxide ne faisait pas partie : telle est sans doute la cause des succès que l'on obtient dans la préparation des ciméns et des mortiers fabriqués avec des pouzzolanes, espèces de terres ou de fragmens de produits volcaniques, qui dans leur composition recèlent une grande quantité d'oxide de fer, et qui font des constructions très-bonnes et très-solides sous l'eau; telle est aussi la raison de l'utilité de l'espèce de résidu qu'on nomme ciment des distillateurs

d'eau-forte, et qui n'est que de l'argile cuite et rapprochée de l'oxide de fer qui y est mêlée en assez grande proportion par l'action du feu. Les briques faites avec de l'argile ferrugineuse bien cuite remplissent le même usage.

119. Les mêmes oxides de fer éprouvent une altération qui n'est pas encore bien connue dans sa cause, de la part des alcalis caustiques. On ne peut pas verser une dissolution de potasse ou de soude caustique un peu concentrée sur de l'oxide de fer rouge, et sur-tout aider l'action réciproque de ces deux corps par le feu, sans que la couleur de l'oxide ne tende à passer au noir, et sans que cet oxide ne se rapproche très-sensiblement de l'état métallique. Le même phénomène est produit par la barite, la strontiane, et la chaux bien vive, qu'on broie avec de l'eau et de l'oxide de fer; celui-ci passe au brun foncé, et se conserve dans cet état sans devenir jaune par le contact de l'air, comme on le voit dans l'oxide de fer pur sans mélange. Se passe-t-il dans ces opérations quelque chose de semblable entre les alcalis caustiques et l'oxide de fer, à ce que j'ai observé entre ce même oxide et l'ammoniaque pure : aussitôt que ces deux corps sont en contact, et sur-tout dès qu'on aide leur action par la chaleur, l'oxide de fer perd sa couleur rouge et passe au brun foncé, et même au noir; il se fait dans ce cas une effervescence sensible, et elle donne naissance à du gaz azote qu'on peut recueillir quand on fait l'expérience sur des quantités suffisantes de matières. Il est bien évident qu'ici l'hidrogène de l'ammoniaque se porte sur l'oxigène de l'oxide de fer, avec lequel il forme de l'eau en le laissant dans l'état d'oxide noir, et que l'autre principe qui constitue l'azote se dégage en fluide élastique; mais on ne peut point assurer la même chose des alcalis fixes, dont on ignore la nature et la composition, et dans lesquels, comme je l'ai dit ailleurs, on n'a pas même prouvé encore la présence de l'azote.

120. Il est un autre mode de combinaison entre les bases terreuses sur-tout et l'oxide de fer : c'est celui de la fusion à

l'aide d'un feu plus ou moins fort. L'oxide de fer s'unit intimement à la matière terreo-alcaline, se fond avec elle en verre qu'il colore en brun foncé ou en vert sombre, ou même en une nuance presque noire : quelquefois le verre est simplement verdâtre. Au reste, la couleur de cette vitrification varie suivant l'état de l'oxide de fer, suivant sa quantité, suivant les mélanges auxquels on l'allie, et encore suivant la force et la durée du feu qu'on lui fait éprouver : de là les nuances d'un grand nombre de rouges, de bruns, de jaunes rouges ou bruns, de vert clair ou foncé qu'on donne aux émaux, aux couvertes de faïence et de porcelaine, aux verres de différentes espèces que l'on fabrique, suivant l'état, la quantité des oxides de fer qu'on y fait entrer, et suivant le degré de fer que l'on emploie.

121. Le fer, comme toutes les autres substances métalliques, agit sur les sels en raison de l'action qu'il est susceptible d'exercer sur les acides qu'ils contiennent. C'est ainsi qu'il décompose les sulfates alcalins à l'aide d'une haute température, parce qu'il enlève alors l'oxigène à leur acide sulfurique, et le réduit à l'état de soufre. J'ai trouvé qu'en faisant chauffer au rouge pendant une heure, dans un creuset bien clos, une partie de sulfate de potasse avec deux parties de fer en limaille fine, on obtenait une espèce de scorie grenue, noire et irisée, boursouflée et d'un vert foncé à sa surface, et présentant sur le creuset, vers le haut, des taches rouges brunes. Cette matière était très-dure, très-difficile à limer ; elle offrait, dans quelques cavités intérieures, des lames hexaèdres brillantes d'oxide de fer noir ; elle avait une saveur âcre et brûlante. En la réduisant en poudre, elle a exhalé une odeur fétide de gaz hidrogène sulfuré ; elle n'attirait pas cependant l'humidité de l'air : lessivée avec dix parties d'eau distillée, cette matière a donné une liqueur verte si foncée, qu'il a fallu plus de trente nouvelles parties d'eau pour lui faire prendre de la transparence : c'était une dissolution de sulfate de potasse hidrosulfuré, te-

nant un peu de fer en dissolution, d'où les acides ont précipité du soufre, dégagé du gaz hidrogène sulfuré, en détruisant complétement sa couleur, qui paraissait être due à l'oxide de fer hidrosulfuré. La plus grande partie de la matière ne s'est point dissoute dans l'eau, mais a donné beaucoup de gaz hidrogène sulfuré par l'acide muriatique. Tous les sulfates alcalins et terreux sont susceptibles d'être décomposés de la même manière par le fer fortement chauffé.

122. Tous les nitrates sont également décomposables par le fer chauffé au rouge, ou quand on les projette après les avoir mêlés avec ce métal en limaille fine dans un creuset rougi au feu. L'acide nitrique de ces sels fournit son oxigène au fer, qui reste ensuite brûlé, qui s'enflamme même presque toujours et fait détoner ces sels : les bases de ceux-ci sont alors mêlées avec l'oxide de fer, qui y adhère plus ou moins fortement, suivant leur nature ; parmi les nitrates, c'est celui de potasse ou le nitre ordinaire que l'on choisit pour cette opération, comme le plus abondant et celui qui réussit le mieux aux détonations. On mêle exactement dans un mortier de fonte deux ou trois parties de ce sel et une partie de limaille fine de fer, neuve et non rouillée ; on projette ce mélange par parties dans un creuset placé au milieu des charbons allumés et bien rouges. Il s'élève à chaque projection un grand nombre d'étincelles éclatantes ; aussi emploie-t-on un pareil mélange pour l'artifice. Après la détonation on trouve une masse demi-fondue, d'un jaune rougeâtre, qui donne de la potasse pure par le lavage, et qui laisse un oxide de fer très-surchargé d'oxigène indissoluble dans la plupart des acides, excepté le muriatique, qu'on nommait autrefois *safran de mars de Zwelfer*. Juncker a dit que la dissolution alcaline provenant de ce lavage avait une couleur violette foncée : cela ne peut venir que de l'oxide de manganèse ; et quand le fer est bien pur, il reste en oxide rouge sans colorer la lessive de l'alcali du nitre. La fonte et l'acier détonent aussi avec le nitre ; l'une et l'autre

donnent, outre l'oxide de fer, de l'acide carbonique parmi les produits aériformes ; et en faisant l'expérience avec toutes les précautions convenables dans un appareil fermé, on peut apprécier ainsi la proportion de carbonate contenu dans ces corps. L'acier donne une flamme rouge et très-brillante dans cette détonation ; aussi emploie-t-on ce mélange pour l'artifice.

123. Quelques muriates sont susceptibles d'être décomposés par le fer. Schéele ayant observé que des cercles de fer placés autour d'un tonneau qui contenait des salaisons, étaient recouverts d'une efflorescence saline qu'il reconnut pour du carbonate de soude, plongea une lame de fer dans une dissolution saturée de muriate de soude. Quand on laisse du fer tremper dans cette dissolution, de manière qu'une partie du métal sorte de l'eau et plonge dans l'air, il ne se sépare de soude que dans la partie sèche et au-dessus de l'eau. Il paraît que la dissolution n'est pas décomposée, et que cela n'arrive qu'au sel sec. Schéele a observé en effet que des gouttes brunes de muriate de fer qu'il avait trouvées sur la lame suspendue dans l'air, étaient précipitées abondamment par le carbonate de soude existant sur la même lame. Cette expérience, qui n'était qu'un essai imparfait, sur-tout entre les mains du célèbre chimiste de Koeping, peut conduire par la suite à l'art de décomposer le sel marin et d'en obtenir la soude. Il paraît qu'elle dépend du jeu de quelques attractions doubles qui auront échappé à l'habile auteur de cette observation. La présence de l'acide carbonique de l'atmosphère ne suffit pas pour en expliquer la cause, puisque le carbonate de soude décompose aisément et complétement le muriate de fer. La proportion des matières en est vraisemblablement la source.

124. Le muriate d'ammoniaque est facilement décomposé par le fer à l'aide de la chaleur ; il se dégage du gaz hidrogène et du gaz ammoniac. En faisant autrefois cette expérience avec un récipient ordinaire qui laissait dissiper le gaz ammoniac, et qui ne pouvait recueillir qu'un peu d'ammoniaque liquide à

l'aide de l'eau contenue dans le muriate d'ammoniaque, on avait observé que cet alcali volatil liquide entraînait avec lui un peu d'oxide de fer, qui se précipitait ensuite. On préparait ce qu'on nommait *les fleurs ammoniacales martiales* avec seize parties de muriate d'ammoniaque et une partie de fer en limaille ; on sublimait ce mélange dans deux terrines de grès placées l'une sur l'autre ; il n'y avait que très-peu de muriate d'ammoniaque décomposé, et ce sel n'était que coloré faiblement en jaune par une petite portion de muriate de fer formé. On préparait aussi le même médicament avec de l'oxide de fer, de l'hématite, etc. Dans plusieurs pharmacopées allemandes, on prescrivait des quantités égales de sel ammoniac et d'oxide de fer ou de fer en limaille : aussi les *fleurs ammoniacales* que l'on obtenait étaient beaucoup plus colorées que celles dont j'ai parlé ; elles contenaient beaucoup plus de muriate de fer, qui, exposé à l'air, en attirait l'humidité, formait un liquide jaune rougeâtre, épais et très-âcre, qu'on nommait très-improprement *huile de mars*. Boerhaave, en appliquant l'alcool aux *fleurs ammoniacales martiales*, préparait ainsi une teinture de fer très-chargée, parce que le muriate de fer est bien dissoluble dans l'alcool.

Les oxides de fer rouge ou jaune décomposent beaucoup mieux le muriate d'ammoniaque que le fer lui-même ; c'est pour cela qu'en triturant ces oxides avec ce sel, on a une odeur d'ammoniaque très-vive : mais il faut observer que la trituration développe du calorique qui commence cette décomposition. On a vu plus haut que l'ammoniaque décomposait le muriate de fer à froid : le fer et ses oxides ne décomposent donc le muriate d'ammoniaque qu'à l'aide d'une élévation de température, et par une double attraction, celle de l'oxide de fer pour l'acide muriatique, et celle de l'ammoniaque pour le calorique.

125. Les muriates suroxigénés brûlent le fer avec beaucoup de force ; on n'a encore apprécié que l'action du muriate suroxigéné de potasse sur ce métal. Quand on mêle deux par-

ties de ce sel avec une partie de limaille de fer très-fine, ce mélange détone fortement et avec une flamme rouge très-vive par le choc ou par une pression vive : il s'allume avec une grande énergie par le contact d'un corps en ignition. C'est un moyen de faire une analyse exacte des fontes et des aciers, en recueillant le produit fluide élastique et l'oxide métallique, résultats de cette opération ; oxide d'où l'on peut séparer facilement, par le lavage, la portion du muriate de potasse qui reste après la détonation. On pourra quelque jour employer la combution du fer et de l'acier par le muriate suroxigéné de potasse, pour les feux d'artifice, à cause de la flamme très-brillante et des beaux effets de lumière qui accompagnent cette combustion rapide et instantanée.

126. Il n'y a point d'action connue entre le fer, les phosphates, les fluates, les borates et les carbonates par la voie humide et à froid. Cependant, ce métal est si facile à oxider, il a tant d'énergie pour absorber l'oxigène et s'en saturer, qu'il n'est pas difficile de concevoir comment, humecté par les dissolutions de ces sels, il peut se rouiller très-vîte à l'air : à chaud, il se brûle promptement, et se combine en oxides avec ceux de ces sels qui sont plus ou moins fusibles et fondans ; il les colore en vert brun ou en nuances foncées et obscures, qui attestent ensuite sa présence dans les globules vitreux que l'on obtient en faisant ces sortes d'expériences au chalumeau, comme on a coutume de faire.

K. *Usages.*

127. J'ai déja indiqué, dans tout ce qui précède, une grande partie des usages du fer. J'ai sur-tout fait voir que ce métal, beaucoup plus réellement utile que l'argent et l'or, d'une part, à cause de son abondance, de l'autre par ses nombreuses propriétés, avait sur tous les métaux l'avantage inappréciable autant que singulier, de pouvoir être dans une foule d'états dif-

férens, et de présenter dans chacun de ces états des qualités qui le rendaient d'un prix inestimable. J'ai insisté, dans le commencement de son histoire, sur les grands rapports que le philosophe trouve entre la prospérité des nations, le perfectionnement de la raison humaine et celui des arts multipliés qui s'exercent sur le fer, sur-tout sur ceux qui consistent à lui donner toutes les modifications dont il est susceptible, à l'avoir mou et flexible presque comme de l'étain dans un de ses extrêmes, et dans l'autre, si dur et si tenace qu'il peut entamer tous les corps ou qu'aucun ne peut lui résister. Dans ce dernier état, tous les êtres semblent être soumis à sa puissance et à sa domination; il fait disparaître leur forme, leur consistance, leur tissu, leur organisation. Dans les mains de l'homme qui a su lui donner cette propriété dominatrice, il change et modifie sans cesse tout ce qui l'environne; et par cela seul on peut juger non seulement quelle prééminence il a donnée à l'espèce sur tous les autres animaux, mais encore quels progrès il a dû faire faire à l'esprit humain. Quelle différence doit exister entre les nations sauvages qui ne le connaissent pas, et les peuples policés qui en ont le plus avancé le travail et multiplié l'emploi!

128. Quoiqu'il paraisse décidément aujourd'hui partager avec le cobalt et le nickel la propriété magnétique, il est le seul encore qui dirige le navigateur sur la mer, et il conservera long-temps cette préférence par rapport à sa force aimantaire, à cause de son abondance, de la facilité de son travail, et de celle avec laquelle on peut y multiplier, en quelque sorte, cette singulière puissance. Sous ce point de vue les usages du fer ne peuvent être limités, et il est impossible de prévoir encore jusqu'où ils pourront s'étendre quelque jour.

129. Si l'on veut généraliser les services importans et multipliés que le fer rend à la société sous sa forme métallique, on verra que, comme fonte, il sert à faire des planches, des tables, des vases, des mortiers, des canons, des cylindres, des corps de pompes, des volans, des roues, et quelquefois

les immenses machines dont il dirige les grands mouvemens, jusqu'aux clous minces qu'on fabrique en Angleterre et qu'on échange contre les richesses de l'Inde : depuis des ponts d'une assez grande dimension jusqu'à de petites agraffes minces, ce métal fusible, résistant, dur, et presque inaltérable dans le premier état de fusion, remplit une foule de conditions dans la vie sociale. Comme fer de toutes les sortes, cassant, roide, rouverain, doux, ductile, fibreux, il supporte, soutient une foule d'efforts, de chocs, de pressions, depuis les immenses tirans des grandes machines et les masses en barres qui accrochent et retiennent les pierres et les charpentes des grandes constructions, jusqu'aux fils minces qui raisonnent sous les doigts des musiciens, ou qui servent à faire des toiles métalliques : il prend toutes les formes, reçoit une série immense de modifications ; il est le grand mobile des machines ; il sépare, distingue et défend nos demeures ; il orne nos monumens ; il charme nos oreilles, et ajoute sans cesse à l'industrie, à la puissance et aux jouissances de l'homme ; enfin, dans l'état d'aciers si diversifiés, protée métallique, on l'emploie à mille usages importans, depuis l'aiguille fine et mobile qui règle la marche des navigateurs, et les ressorts délicats qui meuvent et régularisent nos montres et nos gardes-temps ; depuis les puissans ressorts qui suspendent et balancent nos voitures suspendues, jusqu'aux joyaux de luxe qui brillent d'un éclat et d'un poli si vifs ; depuis le soc utile qui creuse nos sillons, jusqu'aux simples couteaux qui servent à couper la plupart des corps usuels ; depuis ces chef-d'œuvres de gravure qui se multiplient par la pression du balancier sur les métaux eux-mêmes, jusqu'aux aiguilles à coudre. Il est donc regardé avec raison comme l'ame de tous les arts, et il occupe des millions de bras chez les peuples policés, dont il atteste sans cesse le génie, l'industrie, en multipliant leurs jouissances.

130. Si l'on considère ses différens états dans le sein de la

terre, on le verra encore servir sous des formes variées, presque sans apprêt et sans préparation préliminaire. Ici on l'exploite comme aimant, qu'on arme et qu'on fortifie par le secours de la physique ; là on l'enlève dur, quartzeux, et portant alors le nom d'émeril, pour l'employer, après l'avoir broyé à l'aide de meules, à user et à polir les substances les plus dures et les plus réfractaires sous la main de l'ouvrier qui les presse. Plus loin, on l'extrait sous l'apparence de terres nuancées de mille couleurs, pour en enrichir la palette du peintre, et le voir bientôt s'animer et respirer sur la toile : dans d'autres lieux, on le tire des entrailles de la terre pour en tailler des crayons rouges, pour le délayer en mortier durable, pour en décorer les allées des jardins de diverses nuances de sable ; quelquefois on l'arrache aux montagnes avec les propriétés douces, onctueuses, friables, brillantes, et je dirais presque lubréfiantes en même temps, avec la grande inaltérabilité que l'on reconnaît dans le carbure de fer natif, pour adoucir le mouvement des rouages, tracer des lignes et des dessins sur le papier, recouvrir et défendre les instrumens de fer de la rouille, soit en les frottant avec sa simple poussière, soit en les enduisant chauds d'une espèce d'onguent décrit par Homberg en 1699 et préparé avec huit livres d'axonge, quatre onces de camphre et quantité suffisante de ce carbure. Il sert encore dans le dernier état à lisser et noircir le plomb de chasse ; il constitue la presque totalité des creusets de Passaw en Saxe, et une partie de l'enduit des cuirs à rasoirs ; il sert de couverte à quelques poteries, etc.

131. En chimie et en médecine, le fer n'est pas moins recommandable. On a déja vu, dans les détails précédens, toutes les expériences auxquelles il est employé, tous les produits qu'il donne, tous les phénomènes qu'il fait naître. Les médecins en tirent des remèdes importans et des secours bien utiles dans le traitement des maladies. C'est peut-être le seul métal parmi ceux qui ont une activité médicamenteuse quel-

conque, qu'on ne doive pas ranger dans la classe des poisons; il semble même, comme je l'ai déja indiqué, avoir une espèce d'analogie avec l'économie animale : il stimule les fibres organiques, il augmente leurs mouvemens; il fortifie sensiblement l'énergie musculaire; il excite l'excrétion urinaire; il provoque les hémorrhoïdes et le flux menstruel; il multiplie et accélère le cours du sang; il passe dans les voies de la circulation, se combine avec le sang, lui donne plus de couleur et de consistance; il irrite les parois des canaux qui le transportent; on l'a reconnu dans l'urine des malades qui en ont fait pendant quelque temps usage : il resserre comme les astringens; il convient dans toutes les maladies d'atonie et de langueur. On l'emploie spécialement porphyrisé, en oxide noir très-divisé, en carbonate de fer artificiel sec ou dissous dans les eaux, en teinture martiale alcaline, en fleurs ammoniacales martiales, en oxide précipité et redissous par le carbonate d'ammoniaque : quelques oxides et quelques sels, sur-tout le sulfate et le muriate de fer, sont appliqués à l'extérieur comme astringens et desséchans. On a cherché même dans le fer aimanté des propriétés dont on ne connaît cependant encore ni la cause ni les véritables effets. On a prétendu qu'appliqué sur la peau l'aimant calmait les douleurs, appaisait les convulsions, excitait la rougeur, la sueur, rendait même moins fréquens les accidens épileptiques; on a dit que, trempé dans l'eau pendant quelques heures, il lui communiquait la vertu purgative. Ces dernières propriétés paraissent avoir été attribuées au fer plutôt par l'enthousiasme que par une observation exacte, sur-tout dans des maladies que leur propre nature rend variables et inconstantes.

ARTICLE XIX.

Du cuivre.

A. *Histoire.*

1. Le cuivre se trouve dans la classe des métaux qui ont été le plus anciennement connus ; il paraît avoir été employé par les hommes dès le premier âge du monde : de tous les temps il a été un des plus faciles à extraire et à travailler ; sa découverte se perd dans les époques fabuleuses. Les Egyptiens l'employaient à un grand nombre d'usages, et en faisaient des figures coulées, d'une forme déja remarquable, dans les temps les plus reculés de leur histoire. Les Grecs le travaillaient, le fondaient, le coulaient, et s'en servaient dans beaucoup d'arts ; il faisait chez eux la base des fameux alliages de Corinthe. Les Romains l'ont aussi travaillé en grande quantité, et l'on a même cru que c'était toujours avec ce métal, et très-rarement avec le fer, qu'ils fabriquaient le plus grand nombre de leurs ustensiles. On a donné cette fabrication comme la preuve authentique qu'ils connaissaient peu, et qu'ils travaillaient mal le fer. J'ai déja fait voir ailleurs que cette ignorance des arts des Romains, et l'opinion qu'ils se servaient uniquement de cuivre et non de fer, est fondée sur ce que leurs instrumens et leurs machines du premier métal s'étaient rouillés, oxidés et détruits peu à peu dans la terre où ils ont été enfouis. Les alliages de cuivre que les Romains fabriquaient, à l'exemple des Egyptiens et des Grecs, étaient assez multipliés et destinés à une foule d'usages différens.

2. Les alchimistes se sont beaucoup occupés du cuivre ; ils l'ont nommé *Vénus*, à cause de sa grande facilité à se combiner à beaucoup de corps, et sur-tout aux autres métaux, et à cause de l'espèce d'adultération qu'il porte dans ces

alliages En le représentant par un emblême appartenant à l'or, terminé vers le bas par le signe de la croix, ils l'ont considéré comme principalement formé d'or, mais masqué et altéré par un âcre ou corrosif qui le rendait crud. Suivant eux, il ne s'agissait que d'en séparer cet âcre pour en obtenir l'or : aussi ont-ils fait un grand nombre de travaux dans cet esprit, et plusieurs se sont-ils vantés d'avoir réussi à le transmuer en or fin. La couleur de ce métal la plus rapprochée de celle de l'or devait naturellement faire naître l'opinion qu'ils s'étaient formée à cet égard ; elle était encore fortifiée par les circonstances d'une foule de combinaisons métalliques où l'or prend la couleur du cuivre : aussi les alchimistes se sont-ils livrés à de grandes et pénibles recherches sur le cuivre ; aussi est-ce dans leurs livres que les premiers auteurs systématiques de chimie ont puisé les connaissances qu'ils ont disposées dans l'ordre plus ou moins méthodique d'où est née peu à peu la science.

3. On n'est pas moins redevable, pour les faits nombreux qu'ils ont fournis à l'exposition des propriétés du cuivre, d'un côté, aux minéralogistes et aux métallurgistes dont les opérations multipliées ont beaucoup servi aux méthodistes, et de l'autre, aux pharmacologistes qui, en cherchant à tirer quelque parti de l'âcreté même de ce métal, et à convertir sa puissance vénéneuse en qualité médicinale, ou à enchaîner, en la modérant, son activité corrosive, ont décrit un grand nombre de produits et de combinaisons du cuivre. Ici, comme dans l'histoire de la plupart des autres métaux, les premiers et les principaux historiens de la science chimique ont puisé dans cette triple source des alchimistes, des mineurs et des médecins, pour composer l'ensemble des caractères distinctifs et des composés divers du cuivre. Malgré les grandes recherches faites sur ce métal, il n'y a pas d'auteurs encore qui aient écrit *ex professo* sur le cuivre, et qui aient compris l'ensemble de ses propriétés dans des traités monographiques.

4. Quoiqu'on ne puisse pas trouver, dans les diverses époques de la grande révolution qui vient de changer la face de la chimie, de recherches sur le cuivre qui tiennent immédiatement aux fastes de cette révolution, et qui aient servi à en poser les fondemens; ce métal tient cependant un rang parmi les corps dont les propriétés ont été mieux connues, et dont les modifications ont été plus exactement déterminées depuis l'établissement de la doctrine pneumatique. On doit sur-tout placer dans cette classe de propriétés, exactement expliquées par la théorie moderne, ses divers degrés d'oxidation, ses dissolutions dans les acides, dans l'ammoniaque, ses précipitations depuis l'état métallique jusqu'à sa plus forte oxidation, ses réductions par divers procédés. Les travaux des citoyens Berthollet et Guyton, et ceux de M. Proust ont sur-tout contribué à la connaissance exacte de ces derniers faits. La connaissance de ce métal est devenue beaucoup plus complète et beaucoup plus simple depuis l'existence des nouvelles découvertes. Il n'est pas nécessaire de faire remarquer qu'on a renoncé entièrement, dans le langage de la science, à la dénomination ridicule de *Vénus*, et qu'on ne la conserve guère que pour quelques préparations dont on se sert dans les arts, où les nomenclatures systématiques et régulières sont si longues à parvenir et à être adoptées.

B. *Propriétés physiques.*

5. Le cuivre est un métal très-brillant, très-éclatant, d'un aspect riche, d'une couleur rouge ou rose, qui ne ressemble à celle d'aucune autre substance métallique. Si l'or l'imite dans quelques alliages, c'est au cuivre lui-même qu'il la doit, et son éclat cède à celui de ce dernier qui l'emporte beaucoup sur le sien : aussi le cuivre était-il recommandable parmi les alchimistes; ils y trouvaient une propriété teignante dont ils faisaient le plus grand cas, et qui influe en effet sur presque tous les alliages, comme on le verra plus bas.

6. La densité du cuivre est telle que sa pesanteur spécifique est à celle de l'eau : : 7.788 : 1.000. Cette pesanteur varie cependant, suivant l'état de ce métal ; lorsqu'il n'a été que fondu et coulé, elle est moindre que quand il a été battu et forgé : et tel est celui dont j'ai indiqué la pesanteur. Le cuivre écroui et passé à la filière, ou dont les molécules sont très-serrées les unes contre les autres, donne au contraire, pour sa pesanteur spécifique 8.878 : ce qui fait une augmentation de $\frac{1}{7}$ environ ; et le cuivre natif cristallisé a présenté au citoyen Haüy une autre pesanteur moyenne de 8.584.

7. La dureté du cuivre est assez considérable ; il tient presque le troisième rang par cette propriété dans l'ordre des métaux ; il en est à peu près de même de son élasticité. Sa ductilité le fait placer au sixième rang des métaux, par le citoyen Guyton, entre l'étain et le plomb. On peut en faire des lames ou des feuilles extrêmement minces, et que le vent emporte. Sa ténacité est également assez grande : un fil de cuivre d'un dixième de pouce de diamètre soutient un poids de 299 $\frac{1}{4}$ sans se rompre. Sa fermeté ou sa résistance au brisement a été estimée par Wallerius presqu'égale à celle du fer. Sa qualité sonore l'emporte même sur celle de ce dernier métal, comme on le prouve par une corde du même diamètre et de la même longueur qu'une de fer.

8. On n'a point estimé très-exactement sa conductibilité pour le calorique, quoiqu'on sache qu'elle est très-grande. J'ai dit, à l'article du fer, quel est le degré de sa dilatabilité comparée ; il ne se fond que quand il est bien rouge. Sa fusibilité a été estimée par Mortimer au 1450 degré du thermomètre de Fahrenheit, et par le citoyen Guyton à 27 degrés du pyromètre de Weedgwood. Quand il est fondu, et qu'on le coule dans des lingotières pour le faire refroidir promptement, il prend un tissu grenu et poreux, qui se présente comme une espèce de *mie* dans sa cassure, et qui est sujette à offrir beaucoup de cavités et de soufflures dans son intérieur. S'il

se refroidit lentement, il donne des cristaux en pyramides quadrangulaires ou en octaèdres qui proviennent du cube, sa forme primitive. A une température élevée au-dessus de celle qui est nécessaire pour sa fusion, il s'élève en vapeur et en fumée visible, comme on le reconnaît dans les lieux où l'on fond en grand ce métal, et dans les cheminées sous lesquelles sont établis ces fourneaux.

9. Le cuivre est très-bon conducteur de l'électricité et du galvanisme; on n'a point encore déterminé exactement l'ordre et l'espèce de force comparée dans cette propriété à celle des autres substances métalliques : tout le monde connaît l'odeur âcre, un peu fétide, qui distingue et caractérise assez sensiblement le cuivre pour le faire reconnaître. On sait qu'il suffit de frotter quelque temps les mains sur ce métal pour qu'elles contractent cette odeur cuivreuse, à laquelle on a même comparé quelques autres phénomènes d'odoration, sur-tout celui des *rhumes de cerveau*. Cette ténacité et cette communication de l'odeur par le plus léger frottement et le plus simple contact de la peau, prouvent que le cuivre s'use et s'attache aisément à cet organe, et que l'air qui le touche ou qui l'environne en dissout sans cesse une petite couche qu'il porte ensuite en vapeur dans les narines et sur les nerfs olfactifs. Sa saveur âpre et désagréable est également connue de tous les hommes, ainsi que sa propriété vénéneuse et délétère pour l'économie animale. Il excite le vomissement, et il répugne à tous les animaux.

C. *Histoire naturelle.*

10. Le cuivre est assez abondamment répandu dans la nature; l'Allemagne, la Suède et la Sibérie sont cependant les trois pays où on l'a trouvé jusqu'ici en plus grande quantité, et qui en fournissent le plus au commerce et aux arts. Les états de ce métal dans la terre sont si diversifiés dans leur aspect et dans leurs propriétés physiques, que les minéralo-

gistes en ont singulièrement multiplié les espèces ; quelques-uns en ont reconnu de 15 à 20, tandis qu'il est difficile d'en compter 9 à 10 réellement différentes les unes des autres par leur nature. Ce qu'ils ont pris pour des espèces ne sont que des variétés. La méthode que j'ai établie et suivie jusqu'ici pour classer les mines mettra cette vérité hors de doute. J'exposerai, suivant cette méthode, les divers états du cuivre natif, de ses alliages, de ses combinaisons avec des combustibles autres que les métaux, de ses oxides et de ses sels.

11. Le cuivre natif se rencontre assez communément dans l'intérieur de la terre ; il y est même très-pur : on le reconnaît à son brillant, à sa couleur rouge, à sa ductilité, et à sa pesanteur spécifique. Le plus souvent sa surface est d'un rouge obscur, terne et brun, à cause de la légère oxidation qu'il a éprouvée ; quelquefois on le trouve éclatant, et comme s'il avait été bruni ou avivé : celui-ci est beaucoup plus rare que le premier. Sa forme est souvent cristalline et régulière ; celui de Sibérie offre distinctement la forme cubique. Le citoyen Haüy a distingué, parmi les principales variétés de cette forme, le solide cubo-dodécaèdre, ou le cube à douze facettes marginales, qui, étant prolongées jusqu'à se rencontrer, produiraient le dodécaèdre rhomboïdal. Souvent on rencontre le cuivre natif en lames, en filets, en octaèdres, en végétations, en grains irréguliers, en cheveux, en feuilles de fougère et en figures plus ou moins rapprochées de celles d'autres substances naturelles. On distingue encore le cuivre de cémentation, déposé en lames très-plates, ou en feuillets très-minces, formés de beaucoup de petits grains adhérens les uns aux autres, et séparés d'une dissolution naturelle de sulfate de cuivre par le fer que cette dissolution a rencontré dans l'intérieur de la terre. Les lieux où l'on observe le plus fréquemment le cuivre natif sont la Sibérie, Norberg en Suède, Newsol en Hongrie, Saint-Bel près Lyon : presque toutes les mines de cuivre abondantes en contiennent.

12. On ne connaît encore que peu de circonstances naturelles où le cuivre soit allié à d'autres métaux, et sur-tout où sa proportion soit telle qu'on puisse rapporter les espèces d'alliages à l'histoire du cuivre lui-même ; il n'y a guère encore que l'or et l'argent qu'on trouve ainsi unis au cuivre ; mais alors la quantité des deux premiers l'emportant beaucoup sur celle de celui-ci, ces morceaux appartiennent plus à l'histoire naturelle de ces deux métaux qu'à celle du cuivre. On peut donc dire qu'on ne connaît pas encore de véritables alliages cuivreux qu'on doive placer ici.

13. Les combinaisons naturelles du cuivre avec d'autres substances combustibles que les métaux n'existent encore que dans le sulfure de cuivre. On ne connaît pas exactement encore la nature comparée, et conséquemment la véritable différence et le nombre des espèces de mines de cuivre sulfureuses qu'il serait nécessaire d'admettre et de distinguer les unes des autres. Cela vient de ce qu'il paraît que ces mines sont très-variées, soit par la proportion du soufre et du cuivre, soit par la proportion et par le nombre des autres métaux qui leur sont souvent associés. Le fer y est presque toujours réuni ; souvent il y existe de l'argent, quelquefois on y trouve de l'arsenic et de l'antimoine. Comme, d'un autre côté, ce sont-là les mines de cuivre qu'on exploite le plus communément, et comme les mineurs les distinguent entre elles en un grand nombre d'espèces, suivant la quantité et la nature du métal qu'elles donnent, suivant la différence d'exploitation qu'elles exigent, suivant les phénomènes qu'elles présentent dans leurs traitemens : de là vient l'incertitude et la diversité de méthode qu'on remarque parmi les minéralogistes, ainsi que le nombre très-varié de ces mines qu'ils ont adopté. Dans cet état de vague et d'arbitraire, sur lequel l'analyse chimique ne permet point encore de prononcer positivement, je reconnais, avec le citoyen Haüy, trois espèces, sinon bien déterminées encore, au moins bien distinctes entre elles, de

sulfure de cuivre natif ; celles qu'il nomme *cuivre pyriteux*, *cuivre gris* et *cuivre sulfuré*. Je vais en indiquer successivement les propriétés caractéristiques.

14. Le cuivre pyriteux était nommé *pyrite cuivreuse* ou *mine de cuivre jaune* par les minéralogistes. On le regarde en général comme du cuivre avec beaucoup de fer minéralisé par le soufre. C'est ainsi que l'ont considéré Cronstedt, Bergman et Deborn, qui l'ont ainsi rapproché du sulfure de fer, avec lequel on ne sait même encore s'il ne sera pas nécessaire de confondre quelque jour le cuivre pyriteux. Le citoyen Haüy se demande à cette occasion si cette mine de cuivre n'est pas un sulfure de fer mélangé de cuivre, si ce dernier métal n'y est pas dans une véritable combinaison triple avec le soufre et le fer. Romé-Delisle, l'un des plus habiles minéralogistes que la France ait possédés, donnait, pour caractère distinctif de la pyrite cuivreuse, sa forme tétraèdre, qui, dans une de ses variétés, présentait une troncature de ses quatre angles, ou leur interception par autant de facettes triangulaires, mais laissait ainsi la forme tétraédrique toujours très-prononcée. Cependant le citoyen Haüy observe qu'on trouve quelquefois la même pyrite cuivreuse sous la forme d'octaèdre très-régulier ; et dès-lors cette forme se retrouvant dans le sulfure de fer natif, la ligne de démarcation entre les deux mines disparaît, et leur différence réelle n'est plus établie. La couleur plus jaune dans le cuivre pyriteux n'est point non plus une distinction suffisante, puisqu'elle varie avec la quantité du cuivre. Voilà pourquoi j'ai adopté le nom de cuivre pyriteux, qui ne préjuge rien, et qui a été donné à cette mine par le citoyen Haüy, à cause de la connaissance encore incertaine qu'on en a. On distingue plusieurs variétés de mines pyriteuses de cuivre, à raison de leur couleur : la mine *de cuivre tigrée*, la mine *à queue de paon*, ect.

15. Le cuivre gris du même minéralogiste est *la mine de cuivre grise tenant argent*, ou même *la mine d'argent grise* des

auteurs qui l'ont précédé dans cette carrière. C'est le *fahlertz* des Allemands. Tous les mineurs la rapportent aux mines d'argent, à cause de la quantité de ce métal précieux qu'ils en retirent. Cette mine varie tellement dans les proportions des métaux qu'elle contient, qu'on pourrait indistinctement en apparence, mais très-distinctement pour chaque variété, la ranger parmi celles d'antimoine ou parmi celles d'argent. Elle a cependant quelques caractères généraux qui ont décidé la plupart des minéralogistes à la rapporter aux mines de cuivre; elle est d'une couleur grise, peu brillante, quoique métallique; son tissu est raboteux et grenu; on y trouve quelquefois des lames polies parallèles aux faces du tétraèdre; sa poussière, détachée par la lime, est noirâtre, avec une teinte rouge; elle a quelquefois à l'extérieur l'éclat de l'acier poli; souvent cependant elle est terne et livide. Romé-Delisle en a distingué quinze variétés de formes toutes dépendantes du tétraèdre, qui est sa figure primitive. On y trouve, d'après la comparaison de quelques analyses modernes, sept substances métalliques; savoir, le cuivre, l'argent, le fer, l'antimoine, l'arsenic, le mercure, et l'or uni au soufre, sans y comprendre un peu d'alumine : mais il y a lieu de croire que la plupart de ces métaux ne sont qu'accessoires ou accidentels au cuivre, à l'antimoine et au soufre, dont les trois proportions ont été trouvées les plus constantes dans les diverses analyses modernes comparées; en sorte qu'il paraît qu'on peut la regarder comme un composé principal de ces trois corps.

M. Klaproth a trouvé dans le cuivre gris de Cremnitz les matières et les proportions suivantes :

D'antimoine.	34.
Cuivre.	31.
Argent.	14.
Soufre.	11.
Fer.	3.

Il y a eu 7 de perte.

Deborn ajoute que M. Savaresi y a trouvé de l'or et du mercure.

M. Napion a donné, en 1791, dans les Mémoires de Turin, une analyse du cuivre gris de la vallée de Lanzo, d'où il a tiré :

Antimoine	36.9.
Cuivre	29.3.
Soufre	12.7.
Fer	12.1.
Arsenic	4.0.
Alumine	1.1.
Argent	0.7.

Et 3.2 de perte.

16. Le *cuivre sulfuré* du citoyen Haüy est la mine de cuivre vitreuse de Deborn, qui lui donne pour caractère de ne contenir que du cuivre et du soufre et point de fer, quoique Bergman prétende qu'il est rare qu'il n'en contienne pas un peu. Il est gris, couleur de fer, légèrement teint en rouge ou en bleu, compact, et néanmoins susceptible d'être entamé par le couteau. On assure que malgré le peu de soufre que cette mine contient, elle est fusible à la lumière d'une chandelle. Deborn ajoute à cette description de Wallerius, qu'on trouve le plus souvent ce cuivre sulfuré en parties isolées adhérentes à d'autres espèces de mines de cuivre. On a dit encore que ce sulfure de cuivre était souvent en cristaux isolés octaédriques.

17. Quoique toutes les autres mines de cuivre dont il me reste à parler contiennent également ce métal à l'état d'oxide, ce n'est pas comme oxides purs de ce métal que je dois les présenter dans ma méthode; et à cette classe des oxides de cuivre natif, je ne puis rapporter que deux espèces; savoir, l'oxide de cuivre brun, et l'oxide de cuivre vert. Le premier, que le citoyen Haüy appelle *cuivre oxidé rouge*, qui est *la*

mine de cuivre vitreuse rouge de Delisle, et que Deborn désigne mal à propos sous le nom de *carbonate de cuivre rouge*, puisqu'il se dissout dans les acides sans effervescence et sans dégager de gaz acide carbonique. Sa couleur est rouge plus ou moins vive ; sa cassure lamelleuse avec un éclat métallique sur la surface de ses lames. Il cristallise en petits octaèdres brillans, très-réguliers, qui se divisent parallèlement à leurs faces, ou en petits filamens capillaires, d'une belle couleur rouge. Quelquefois ses octaèdres sont enduits de malachite ou de carbonate vert de cuivre. On voit aussi quelques morceaux de cette mine d'un rouge grisâtre ou d'une couleur noirâtre, et c'est ce qui avait fait penser à Romé-Delisle que la mine de cuivre vitreuse grise n'était qu'une altération du cuivre vitreux rouge.

18. L'oxide de cuivre vert que le citoyen Haüy nomme cuivre suroxigéné vert, est le sable de cette couleur que Dombey a rapporté du Pérou. Il est mélangé de fragmens fins de quartz blanc, gris, rougeâtre ; il contient aussi du muriate de soude, et c'est à ce sel décomposé à chaud qu'on doit l'acide muriatique oxigéné que donne ce sable quand on le distille dans une cornue. Jeté au milieu de la flamme, il lui communique une belle couleur verte ; il est dissoluble dans tous les acides.

19. Les sels natifs de cuivre peuvent être rapportés à trois espèces bien distinctes ; savoir, le sulfate de cuivre, le carbonate de cuivre bleu et le carbonate de cuivre vert. Le premier se distingue par sa forme de parallélipipède obliquangle, qui est la primitive, par une couleur bleue claire et par une poussière grise bleuâtre qui recouvre souvent sa surface, par sa saveur âpre et astringente, par sa dissolubilité dans l'eau. On le trouve souvent en dissolution, et cette eau sulfurique cuivreuse naturelle sert à donner du cuivre en y plongeant des morceaux de fer : c'est ce qu'on nomme cuivre de cémentation. Il faut observer que le sulfate de cuivre et le sulfate de

fer sont les seuls sels qui aient une couleur essentielle à leur nature.

20. Le carbonate de cuivre bleu est nommé, dans la plupart des minéralogies, *azur de cuivre*, *cristaux d'azur*, *chrysocolle bleue*. On l'a cru faussement formé par l'ammoniaque, ou un simple oxide de cuivre. Fontana a reconnu le premier qu'il contenait de l'acide carbonique. Pelletier en a fait une analyse exacte, et y a trouvé les proportions et la nature suivantes :

Cuivre pur.	66 à 70.
Acide carbonique . .	18 à 20.
Oxigène	8 à 10.
Eau	2. . . .

Le feu en chasse l'acide carbonique ainsi que les acides plus forts que ce dernier. Tous les acides et l'ammoniaque le dissolvent promptement ; les premiers le font passer au vert, et l'ammoniaque augmente encore l'intensité de sa couleur bleue. Les cristaux de l'azur de cuivre sont trop petits pour qu'il ait encore été permis d'en examiner la structure. Il y a une variété de ce carbonate bleu qui est sous la forme d'efflorescence ou d'une simple terre ; on la nomme *bleu de montagne* ou *cuivre bleu terreux*. On trouve très-souvent cette seconde variété avec l'une de celles de l'espèce suivante. On a aussi rapporté à cette espèce les *turquoises* ou les os fossiles bleus que Réaumur a dit être colorés par du cuivre, et la *pierre d'Arménie* que M. Kirwan dit être du carbonate ou du sulfate de chaux coloré par le cuivre. L'une et l'autre perdent leur couleur par l'action du feu, lorsqu'il est assez fortement poussé.

21. Le carbonate de cuivre vert, ou le carbonate de cuivre suroxigéné très-reconnaissable par sa couleur, présente trois principales variétés ; le terreux, nommé *vert de montagne*, celui qui est cristallisé en aiguilles brillantes fines et serrées les unes contre les autres, et qu'on nomme *cuivre soyeux* ; enfin celui qui, déposé à la manière des stalactites, forme

la *malachite*. Ces trois variétés ne sont toutes que du pur carbonate de cuivre, où ce métal est plus oxidé que dans la mine précédente. Toutes trois ne diffèrent entre elles que par les circonstances de leur formation. Elles donnent également de l'acide carbonique par l'action du feu et des acides plus forts ; elles se convertissent facilement en métal par le charbon, les huiles, et contiennent beaucoup de cuivre. Elles forment aussi des morceaux plus ou moins précieux pour les collections minéralogiques.

D. *Essais et métallurgie.*

22. Quoiqu'il paraisse assez facile au premier aspect de faire l'essai ou plutôt de réduire les mines de cuivre par la voie sèche à cause de la fusibilité de ce métal ; cette opération est cependant une de celles qui donnent le résultat le moins exact, ou qui exigent, si l'on veut en obtenir un sur lequel on puisse compter, le plus de procédés compliqués en raison des métaux étrangers à ce métal, et dont il est important de déterminer le nombre, la nature et la proportion, soit pour savoir en débarrasser le cuivre, s'ils sont susceptibles de l'altérer, soit pour apprendre à les en extraire et à en tirer tout le parti possible, si ce sont des métaux beaucoup plus précieux que lui. Or, il est difficile que le procédé de réduction que l'on a suivi jusqu'ici, donne à cet égard des connaissances suffisantes, soit pour éclairer sur la composition des mines de cuivre, soit pour fournir les moyens de les exploiter avec avantage.

23. On n'a point assez eu égard, dans la description des procédés propres à essayer les mines de cuivre, à la différence de ces mines ; et il est cependant facile de voir que les unes peuvent donner des résultats beaucoup plus certains que les autres : par exemple, les mines en oxides ou en carbonates, lorsqu'on les réduit à l'aide d'un flux alcalin et

charbonneux, donnent presque tout leur cuivre pur et sans déchet, parce que ne contenant ni soufre, ni le plus souvent d'autre matière métallique que celle qui leur est propre, et n'offrant à l'action du flux et du feu que le dégagement de leur acide volatil, la réduction de leur oxide et la fusion de la portion de terre ou de gangue qui les accompagne, elles ne sont susceptibles d'éprouver aucun genre d'altération par ces flux : mais il n'en est pas de même des mines sulfureuses, de quelque nature qu'elles soient d'ailleurs. Le soufre qu'elles contiennent s'unit facilement à l'alcali des flux, et le sulfure qui se forme ainsi dissout une partie du métal qu'elles contiennent. De là résultent deux inconvéniens qui rendent incertaine et inexacte la connaissance de ces mines, que le procédé de réduction par la voie sèche peut donner : l'un est que la partie du cuivre retenue et dissoute par le sulfure diminue la quantité de celui que l'on obtient, même dans une proportion considérable, parce que, comme on le verra dans un moment, la dose de fondant alcalin recommandée par les auteurs est assez grande pour dissoudre beaucoup de ce métal ; l'autre consiste en ce que le cuivre réduit, retenant avec lui presque tout l'argent qui souvent est contenu dans les mines, et le présentant dans les essais ultérieurs, indique alors à l'opérateur une plus grande proportion de ce métal précieux qu'il n'y en a réellement dans la mine entière et primitive. Enfin la réduction et la fonte par la voie sèche ne peuvent pas servir à estimer la quantité du soufre, non plus que celle des métaux étrangers, de l'antimoine et du fer, qui se trouvent si souvent dans les mines de cuivre sulfureuses, grises ou jaunes, et qui fournissent un cuivre aigre et impur. La description de l'essai par la voie sèche, donnée par les principaux auteurs docimastiques, va prouver ces assertions jusqu'à l'évidence.

24. Pour faire cet essai, après avoir pilé et lavé la mine, on recommande de la soumettre à des grillages longs et répétés, pour la diviser, l'attendrir et en séparer le soufre. On la

fond ensuite avec quatre fois son poids de flux noir et un peu de muriate de soude : le métal que l'on extrait, ainsi précipité au fond du creuset, est presque toujours plus ou moins sulfuré, cassant, gris ou au moins brun mat et loin d'être du beau rouge du cuivre. On conseille néanmoins de le fondre avec quatre parties de plomb et de passer ensuite cet alliage à la coupelle, pour en obtenir l'argent et l'or qu'il peut contenir, et dont on cherche sur-tout à déterminer la présence et la quantité; mais cette opération est très-difficile, et ne résusit presque jamais complétement. Tillet, qui a reconnu les inconvéniens de ce procédé, avait proposé un autre fondant non susceptible de retenir le métal, et qui était composé de deux parties de verre pilé, d'une partie de borax calciné et d'un huitième de charbon.

25. Ce que j'ai exposé des défauts de cette réduction par par la voie sèche, et l'extrême différence qui existe entre ce procédé inexact et une véritable analyse docimastique, rendent plus nécessaire ici qu'ailleurs la description des moyens de dissolution recommandés par Bergman dans sa Dissertation sur la docimasie humide. Cet habile chimiste les a variés suivant l'espèce et la nature de ces mines : il a conseillé de dissoudre le cuivre natif dans l'acide nitrique. L'or, s'il s'y en trouve, reste au fond du dissolvant en poudre noire non dissoute; s'il tient de l'argent, il prescrit de le précipiter par du cuivre, qui, ayant en effet plus d'attraction pour l'oxigène que n'en a l'argent, désoxide sur-le-champ ce métal, et le sépare en poussière métallique. Quant au fer, en faisant bouillir un peu plus long-temps la dissolution et en évaporant à siccité, puis en faisant redissoudre, le nitrate de cuivre passe dans l'eau, et l'oxide de fer reste en poudre rouge sans se dissoudre.

26. Voici comment il conseille de traiter les sulfures de cuivre. On les pulvérise; on les fait bouillir dans cinq parties d'acide sulfurique concentré; on évapore jusqu'à siccité et on lave

le résidu dans l'eau chaude jusqu'à ce qu'on ait enlevé tout ce qu'il y a de sel métallique. La dissolution étendue suffisamment, on y plonge d'abord une lame de cuivre qui précipite l'argent, et ensuite une lame de fer bien nette; on fait bouillir avec cette dernière jusqu'à ce qu'il ne se précipite plus rien. Le cuivre précipité ainsi est séché à un feu doux et non capable d'en favoriser l'oxidation, qui en augmenterait le poids. Si l'on craint que du fer ne soit mêlé au cuivre, on le redissout dans l'acide nitrique, et on opère sur cette seconde dissolution comme il a été dit pour le cuivre natif. Dans ce procédé, Bergman remarque que le soufre se dissipe tout entier en vapeur, à cause de la chaleur violente qu'on emploie pour évaporer à siccité la dissolution sulfurique; mais d'une part le poids du soufre est donné par celui des autres matières que l'on obtient; d'une autre part, on peut faire une dissolution séparée d'une partie de la même mine dans l'acide nitro-muriatique pour isoler, recueillir et apprécier le soufre en particulier.

27. En parlant des mines en oxide rouge, bleu ou vert, qu'il dit être très-bien et tout entiers dissolubles dans l'acide nitrique et même dans les acides en général, il indique d'en précipiter le cuivre par le fer ou par le carbonate de soude: dans ce dernier moyen, cent quatre-vingt-quatorze parties de précipité représentent, suivant lui, cent parties de cuivre. Si ces mines contiennent du carbonate de chaux, il conseille de précipiter leur dissolution par un carbonate alcalin, après en avoir séparé la portion métallique par le prussiate de potasse. Le sulfate de cuivre natif doit être essayé par le fer. Enfin, Bergman parle d'un muriate natif de cuivre d'un bleu tirant au vert, friable, dissoluble avec effervescence dans l'acide nitrique, donnant une dissolution verte, précipitant en caillé blanc le nitrate d'argent. Il est vrai qu'il confondait l'oxide vert d'urane avec le muriate de cuivre, et qu'on peut penser que le morceau du cabinet d'Upsal n'était pas davantage du véritable muriate de cuivre.

28. Le travail métallurgique que l'on fait sur les mines de cuivre pour en extraire ce métal pur, et en séparer les autres métaux qui lui sont unis, est aussi difficile à décrire et à bien faire concevoir, qu'il l'est à exécuter. La plupart des hommes jouissent sans cesse des propriétés de ce métal sans se douter de la peine qu'il a exigée pour son extraction. Après avoir pilé et lavé avec plus ou moins de soin la mine de cuivre sulfureuse, la plus commune et la plus difficile à exploiter, on la grille d'abord à l'air et presque sans bois, parce que dès que le soufre qu'elle contient est une fois allumé, il continue de brûler spontanément et sans qu'il soit nécessaire de lui fournir pour aliment ou pour auxiliaire d'autres matières combustibles. Lorsqu'elle est éteinte par la diminution et non pas, comme on le pourrait croire, par la destruction de son soufre, on la grille de nouveau en ajoutant alors du bois pour lui communiquer une plus grande chaleur que celle qu'elle a produite spontanément dans son premier grillage : on recommence deux fois de suite au moins cette seconde espèce de grillage. Ensuite on la fond à travers les charbons et l'on donne à cette fonte le nom de *matte*, parce que ce n'est point encore du cuivre ; elle n'en a ni la couleur, ni le brillant, ni le grain, ni sur-tout la ductilité : sa couleur est brune, noirâtre ou rouge foncée ; son aspect est comme vitreux, et son tissu très-cassant ; c'est en un mot la mine qui n'a encore perdu qu'une partie de son soufre. La fusion qu'on lui fait subir sert à faire présenter au métal de nouvelles surfaces, et à favoriser les nouveaux grillages dont elle a encore besoin. On lui en fait de suite éprouver encore six ou sept successifs, plus ou moins, suivant la nature de la mine, sa dureté, la quantité du soufre qu'elle contient ; et alors une nouvelle fusion fournit ce qu'on nomme le *cuivre noir*. Cette fois, la matière commence à être malléable ; il y reste cependant une portion de soufre qui ne s'en sépare que par les opérations successives auxquelles on le soumet pour en extraire les autres métaux qu'il

contient. On allie le cuivre avec trois fois son poids de plomb, ce qui s'appelle *rafraîchissement du cuivre*; on donne à cet alliage la forme de pains aplatis, qu'on nomme *pains de liquation*. On les place de champ au-dessus de deux plaques de fonte posées au haut d'un fourneau, et inclinées entre elles de manière qu'elles laissent une rigole ouverte dans leur partie inférieure. Des barres de fer situées horizontalement sur ces plaques de fonte soutiennent les pains d'alliage dans leur position verticale. Le fourneau terminé par cet appareil est nommé *fourneau de liquation*; son fond va en pente sur le devant. Le feu qu'on y allume échauffe peu à peu les pains de cuivre argentifère allié de plomb : ce dernier métal qui y est surabondant se fond et tombe en gouttes par la rainure des plaques à travers les charbons sous lesquels il se rassemble en vertu d'une attraction chimique; il entraîne avec lui l'argent qu'il enlève au cuivre, et laisse ce métal seul et assez pur : c'est à cause de cette fusion lente du plomb ajouté au cuivre tenant argent, que l'opération est désignée par le nom *de liquation*. Le plomb chargé de l'argent est ensuite soumis à la coupellation pour en extraire ce métal précieux, comme je le dirai plus en détail dans l'histoire de ce dernier. Quant au cuivre qui reste en morceaux irréguliers, ramollis, informes, boursouflés au haut du fourneau de liquation, après la séparation du plomb chargé d'argent, on le purifie ou on le raffine en le faisant fondre dans de grands creusets; on l'y tient fondu un temps suffisant pour qu'il puisse rejeter, sous la forme d'écume ou de scories, tout ce qu'il contient d'étranger. On l'essaie de temps en temps en y trempant des baguettes de fer qui emportent un peu de cuivre, et on juge de l'état d'affinage de celui-ci par sa couleur, son grain ou sa mie, et sa ductilité. Quand ces propriétés annoncent qu'il est suffisamment pur, on le coule en plaques ou en tables, ou on le débite en lames arrondies irrégulières qu'on nomme *rosettes*. Voilà pourquoi on dit si souvent du cuivre de rosette

quand on veut parler de ce métal pur. Pour fabriquer les rosettes ou débiter le cuivre fondu sous cette forme, on enlève avec soin les scories qui recouvrent le cuivre en fusion dans le creuset ; on laisse figer la surface de ce métal ; lorsqu'elle est solide, on passe dessus un balai humide qu'on y promène rapidement. Le contact de l'eau froide fait resserer sur elle-même la portion solidifiée mais encore molle du cuivre, qui s'élève dans son milieu, se retire vers ses bords de la surface du creuset, et se détache alors très-facilement, non seulement des parois de ce vaisseau, mais de la partie liquide du cuivre ; on enlève alors cette partie soulevée, arrondie et comme festonnée sur ses bords, sous le nom de *rosette*. On continue de la même manière à débiter ainsi en rosettes la plus grande partie du cuivre contenu dans le creuset. On regarde la portion qui reste au fond de ce vaisseau comme la plus pure. La seule fusion long-temps continuée sert à purifier le cuivre.

29. Il y a quelques mines de cuivre, et spécialement celles qui sont extrêmement sulfureuses, qu'on traite d'une autre manière pour en obtenir le sulfate de cuivre par l'efflorescence qu'elles subissent à l'air et à l'aide de l'eau dont on les arrose. Dans quelques lieux, comme à Saint-Bel, pour séparer du soufre de ces mines, on les grille et on les chauffe dans des vaisseaux fermés. Une partie du soufre brûlé dans cette opération forme de l'acide sulfurique qui s'unit au cuivre oxidé ; ce qui reste de soufre brûle ensuite lentement par son exposition à l'air, et toute la masse de la mine se convertit en sulfate de cuivre qu'on en retire par le lavage dans l'eau.

E. *Oxidabilité par l'air.*

30. Le cuivre exposé à l'air froid et sur-tout humide, y perd promptement son éclat ; il se ternit, devient brun mat, se fonce peu à peu, prend la couleur qu'on nomme de bronze

antique, et finit par se couvrir d'une espèce de teinte verte assez brillante, que tout le monde connaît sous le nom de *vert-de-gris* ou *verdet gris*, comme le veulent quelques chimistes modernes. Cette combustion assez lente, et qui même, lorsqu'elle est assez avancée pour conduire le cuivre jusqu'à l'état d'oxidation en vert, ne pénètre jamais profondément, reste à la surface et la recouvre même d'un enduit solide qui défend le métal d'une altération successive, dépend, dans ce dernier état, de plusieurs effets compliqués. L'oxigène atmosphérique commence par oxider en brun la surface du métal; l'eau favorise et accélère cette oxidation. L'acide carbonique s'unit bientôt au cuivre ainsi oxidé: en sorte que l'espèce de vernis des médailles, des statues, des ustensiles antiques quelconques, vernis que les antiquaires prisent dans ces morceaux et qu'ils y nomment *patine*, n'est que du véritable carbonate de cuivre suroxigéné, fort analogue à la malachite ou au vert de montagne.

31. Cette altération du cuivre est bien plus forte et bien plus rapide quand on élève la température de ce métal. Tout le monde a pu remarquer avec quelle célérité les tuyaux de cuivre qui servent à conduire la fumée des poëles changent de couleur dès le premier moment qu'on les chauffe même légèrement avec le contact de l'air: ils prennent promptement une teinte bleuâtre, orangée, jaunâtre ou brune, qui finit par être en totalité d'un brun foncé égal dans toute leur surface. On obtient même ces différentes teintes très-belles, en exposant avec précaution sur les charbons les plaques ou les lames de cuivre minces, ainsi que celui qui est en feuilles légères. On fait par ce procédé des feuilles d'espèces de *clinquans* de diverses couleurs, qui sont spécialement employées pour recouvrir, après les avoir coupées en très-petits fragmens, les jouets d'enfans sur lesquels on les applique à l'aide d'une sorte de mordant ou de mastic qu'on y passe auparavant. Dans cette fabrication on remarque la succession du bleu, du

jaune, du violet et du brun : c'est aussi cette dernière nuance qui reste et qui est permanente.

32. Quand on fait rougir une lame ou une barre de cuivre dans l'air, elle se brûle beaucoup plus profondément ; elle s'oxide dans sa couche extérieure ; elle perd entièrement son brillant, devient d'une couleur brune foncée, et cette couche d'oxide brun n'adhère plus au métal. Aussi, quand on le laisse refroidir, on voit sa surface, lisse et polie auparavant, non seulement terne et obscure, mais encore inégale, raboteuse, ridée, cassante et susceptible de s'en détacher par la percussion. C'est ainsi qu'en frappant un morceau de cuivre, tenu rouge pendant quelque temps, il s'en détache des croûtes d'un oxide brun, connues sous le nom d'*écailles* ou de *batitures de cuivre*, sous lesquelles ce métal reparaît avec sa belle couleur rose. On obtient aisément cette espèce d'oxide pur en plongeant dans l'eau froide un morceau de cuivre bien rouge un grand nombre de fois de suite ; à chacune de ces opérations, l'eau froide condense et resserre subitement la pellicule d'oxide formée à sa surface, qui, poussée par ce resserrement subit, se brise, se détache en petits fragmens, et tombe en poudre grossière au fond de l'eau. En séchant cette poudre, en la passant au porphyre, on a une poussière brune presque veloutée. Le cuivre, dans cette combustion qu'on n'a crue que le premier point de son oxidation, mais qui ne peut jamais être poussée plus loin, comme on le verra bientôt, augmente de vingt-cinq parties et absorbe cette proportion d'oxigène sur cent de métal. Cet oxide brun ou noir se réduit facilement en métal par l'action du carbone et de l'hidrogène des huiles, à l'aide de la chaleur. Aussi les fondeurs de cuivre se contentent-ils de jeter les batitures dans le creuset où ils ont du métal en fusion, et sur-tout du cuivre jaune, dans lequel le zinc qui y est contenu, en s'emparant de la portion d'oxigène de l'oxide brun, le ramène presque sur-le-champ à l'état métallique.

33. L'oxide de cuivre brun, qui varie du rouge foncé ou marron au brun sombre, n'a cette couleur que par une sorte de fusion ou de vitrification. Quand on le fait chauffer jusqu'à le faire légèrement rougir avec le contact de l'air, et en l'agitant pour multiplier ses surfaces avec l'atmosphère, il devient beaucoup plus foncé et presque noir. On a cru que sous cette nuance noire il était bleu très-intense : on a regardé cette nuance comme un second degré d'oxidation de cuivre, où le métal paraissait contenir de seize à vingt d'oxigène, tandis qu'on n'en admettait que huit ou dix dans l'oxide brun ; mais il est reconnu maintenant, d'après les dernières recherches de M. Proust, que ces deux couleurs appartiennent au même oxide dans deux états ou dans deux modifications de forme ; que l'un et l'autre sont également un oxide à vingt-cinq d'oxigène pour cent, et qu'on ne peut pas pousser plus loin l'oxidation du cuivre, et que jamais il ne passe à un plus grand degré, puisque la couleur verte, qu'on regardait comme un *maximum* d'oxidation, n'est due qu'à une combinaison acide, et ne contient pas plus que la proportion d'oxigène indiquée, c'est-à-dire vingt-cinq pour cent.

34. Quoique l'oxide brun ou noir de cuivre soit assez facile à réduire à l'état métallique, il entre cependant, et spécialement le brun, dans plusieurs combinaisons vitrifiées, et teint les verres en brun marron ou en rouge foncé. On peut fabriquer très-promptement un oxide brun de cuivre en chauffant deux ou trois parties de ce métal en limaille avec une partie d'oxide vert, dont l'acide et l'eau qui y sont contenus opèrent avec une grande promptitude l'oxidation de toute la masse du cuivre. Il faut noter encore que la couleur rouge de sang ou brune brillante de l'oxide de cuivre, couleur qu'affecte souvent le premier oxide noir ou l'oxide brunâtre du cuivre, quand on le pousse vivement au feu, n'est que l'indice d'une espèce de fusion, d'une sorte de vitrification, et non celle d'une moindre oxigénation, comme on l'avait cru.

C'est ainsi que dans les fourneaux où l'on affine le cuivre, ce métal est recouvert d'une enveloppe vitreuse rouge, qui se rencontre aussi sur les baguettes avec lesquelles on en retire de temps en temps des essais.

35. Tous les faits que je viens de présenter sur l'oxidation du cuivre n'appartiennent qu'à sa combustion lente ou faible : il en est d'autres qui sont compris dans l'histoire de sa combustion forte et rapide, et qu'il est aussi essentiel de bien connaître. Quand on pousse très-fortement l'action du feu sur le cuivre ; quand on le jette, par exemple, en limaille très-fine dans un foyer bien ardent, ou quand on le fait rougir à blanc dans un creuset après l'avoir fait fondre, il brûle beaucoup plus rapidement que dans les premiers cas ; il éprouve une véritable inflammation ; il donne même une flamme verte très-brillante : aussi le fait-on entrer dans la composition des feux colorés dans les petits artifices, sur-tout dans ceux qu'on appelle artifices de table. On opère le même effet, qui est sensible à la surface du creuset où l'on fond et où l'on brasse le cuivre bien fondu et bien rouge, en frappant ce métal en petite masse ou en fils ou en feuilles minces par l'étincelle électrique foudroyante. Il donne tout-à-coup une flamme verdâtre, et se brise en décrépitant et en s'éparpillant en fumée ou en poussière dans l'air : on peut la recueillir sur des papiers où l'on a un oxide brun rougeâtre qui recouvre et enduit ceux-ci. C'est à cette propriété que l'on doit aussi la couleur verte qu'on voit prendre si souvent à la flamme des diverses matières combustibles, mais sur-tout à l'alcool, lorsqu'on y a mêlé ou dissous des sels cuivreux. Malgré l'activité et la différence de ce genre de combustion d'avec l'oxidation lente que j'ai décrite auparavant, l'oxide qui en est le résultat n'offre constamment que vingt-cinq parties d'oxigène sur cent du métal, et ressemble complétement à celui que l'on obtient par la première combustion ; et il est bien prouvé qu'il n'y a qu'une espèce d'oxide cuivreux.

F. *Union avec les corps combustibles.*

36. On ne connaît point encore l'union du cuivre avec les premiers corps combustibles, sur-tout avec l'azote, l'hidrogène et le carbone, auxquels on croit même qu'il n'est pas susceptible de se combiner. On ne sait autre chose, sinon que l'hidrogène et le carbone décomposent l'oxide de ce métal, lui enlèvent l'oxigène et le font reparaître à l'état métallique, à la température rouge. Cependant il faut remarquer que le gaz hidrogène réduit l'oxide et même quelques sels de cuivre en métal, comme ceux de plusieurs autres métaux, par le seul contact, lorsqu'on les lui présente délayés dans l'eau ou dans l'état de dissolution, et qu'il n'opère pas le même changement sur eux quand ils sont exposés à son action sous la forme sèche. Je reviendrai sur cette réduction des oxides et des sels métalliques humides par le gaz hidrogène, dans l'histoire de l'argent et de l'or, dont les oxides en sont beaucoup plus susceptibles que celui de cuivre, ainsi que sur les expériences et la théorie de madame Fulham, anglaise, qui s'est beaucoup occupée de cet objet.

37. Le phosphore se combine facilement avec le cuivre; et c'est même un des phosphures métalliques les plus connus, parce que c'est celui qu'on obtient le plus communément en raison de l'habitude où l'on est d'évaporer l'acide phosphorique dans des vaisseaux de ce métal. Pelletier a décrit avec beaucoup de soin les propriétés du phosphure de cuivre, après avoir observé que le résidu de la distillation du phosphore, faite avec de l'acide phosphorique évaporé dans des bassines de cuivre, vaisseaux d'ailleurs très-convenables à cette opération, contenait une combinaison de phosphore et de cuivre sous la forme de petits grains séparés ou de masses un peu plus considérables. Pelletier a préparé ce phosphure en chauffant dans un creuset parties égales de cuivre en copeaux et

d'acide phosphorique vitreux, avec un seizième du tout de poussière de charbon. Margraff avait déja obtenu auparavant un phosphure de cuivre, en distillant un oxide de ce métal avec du phosphore. Le chimiste français a de plus découvert qu'on pouvait aussi préparer ce composé, quoique moins complétement, par la fusion de parties égales de cuivre en copeaux et de verre d'acide phosphorique, et sur-tout en jetant du phosphore sur du cuivre rougi dans un creuset. Dans ce dernier cas, le cuivre se fond aussitôt que le phosphore est en contact avec lui, et il absorbe à peu près quinze à vingt de phosphore sur cent. Le phosphure de cuivre saturé est d'un gris blanchâtre brillant et métallique, souvent irisé, grenu, serré et dur dans son tissu. Il est beaucoup plus fusible que le cuivre; cependant il ne coule point à la lumière d'une chandelle, comme l'avait dit Margraff. Exposé au feu sous une mouffle, ou traité au chalumeau, il se fond; le phosphore vient brûler avec éclat et déflagration à sa surface, et le cuivre reste en une espèce de scorie noirâtre. A l'air, il se divise, change de couleur, perd son brillant, noircit, et se convertit par une espèce d'efflorescence en phosphate de cuivre; cependant on peut le conserver des années entières sans altération dans des vaisseaux fermés. Dans la fabrication de ce phosphure avec le verre d'acide phosphorique, il y a toujours un peu de scorie vitreuse, noire, et plus ou moins bien fondue, qui recouvre ou enveloppe le culot rassemblé au fond du creuset.

38. Il y a plusieurs manières d'obtenir la combinaison du soufre et du cuivre, et suivant les circonstances qui accompagnent l'opération on a différens genres de composés. Si l'on mêle du soufre en poudre et de la limaille de cuivre, et si l'on en fait une pâte avec de l'eau, cette pâte, exposée à l'air, se gonfle légèrement, se fendille, augmente de volume, s'échauffe faiblement, et finit par former une masse brune qui s'efleurit lentement à l'air et s'y convertit en sulfate de cuivre:

mais cette action est infiniment moins marquée que celle du fer traité de la même manière. Si l'on chauffe dans un creuset parties égales de soufre et de cuivre en poudre, on obtient par la fonte une masse foncée en couleur, une espèce de *matte* aigre, cassante, plus fusible que le métal. Pour la teinture et la peinture des toiles, on prépare cette combinaison en stratifiant dans un creuset des lames de cuivre et du soufre. Lorsque le tout est fondu, on pulvérise la matière, et elle est employée sous le nom déja ancien d'*æs veneris*; c'est la même matière que la précédente. Dans quelques ateliers on emploie ce procédé pour préparer le sulfate de cuivre, en chauffant fortement cette combinaison dans un four.

La société des chimistes d'Amsterdam a fait sur le sulfure de cuivre de nouvelles observations. En chauffant doucement du cuivre en limaille fine et du soufre dans un tube de verre bouché par un bout, et que l'on plonge dans un fourneau à travers les charbons, le mélange se fond en une masse brune, très-fusible, qui se cristallise en prismes ou rayons très-alongés d'un rouge foncé. Si on le tient fondu ou seulement ramolli quelque temps, il rougit, semble se pénétrer de feu, sans que cela vienne du vase même et par la propre réaction de ses matériaux constituans : il exhale comme en s'enflammant une lumière du plus beau rouge et du plus vif éclat; de sorte que les chimistes hollandais qui ont cru rencontrer dans ce phénomène une véritable combustion sans que le contact de l'air y fût pour quelque chose, en avaient tiré quelques inductions opposées à la doctrine pneumatique; mais il est plus aisé et plus naturel d'attribuer cet effet à la phosphorescence du composé, ou bien à un peu d'air contenu dans l'appareil, puisqu'il est certain que l'expérience n'a pas été faite avec les précautions nécessaires pour en assurer l'absence totale, et pour repousser toute idée de la combustion sans oxigène : car, quand on supposerait, sur la première apparence, que ce composé de sulfure de cuivre artificiel s'enflammât en effet

sans air, ne pourrait-on pas croire qu'une petite quantité d'eau eût ici supplée ce principe ; d'ailleurs, pourrait-il se faire qu'un seul fait, dont sans doute quelque circonstance a pu échapper aux habiles chimistes d'Amsterdam, fût capable de porter à croire que la combustion peut avoir lieu sans air et sans oxigène ? En voyant par mes propres yeux ce phénomène, je l'ai regardé comme une simple phosphorescence, comme un changement et une augmentation subite de capacité pour le calorique, et comme une simple expulsion de la lumière ou conversion du calorique en lumière ; ce qui paraît d'autant plus évident, qu'après qu'elle a eu lieu, le composé est toujours du sulfure de cuivre, qui aurait dû passer à l'état de sulfate s'il avait éprouvé une combustion réelle, tandis qu'il reste avec sa propriété combustible toute entière. Au reste, le fait mérite d'être observé avec plus de soin encore qu'il ne l'a été jusqu'ici.

39. Le cuivre s'allie aisément à presque toutes les substances métalliques par la fusion ; et les alliages qu'il forme jouissent presque tous de propriétés plus ou moins importantes, en raison desquelles ils sont presque tous employés dans les arts. Il n'y a pas de métal qui prenne aussi facilement des formes diverses dans ses combinaisons métalliques, et c'est une des principales raisons qui l'ont fait nommer *venus* par les alchimistes. Uni à l'arsenic par la fusion dans un creuset bien clos et avec du muriate de soude qui recouvre la matière en fusion, il forme un métal blanc, aigre, cassant, que quelques auteurs nomment *tombac blanc*. On ajoute souvent du zinc ou de l'étain à cette composition, qui sert à fabriquer beaucoup d'ustensiles et de bijous. Wallerius conseillait d'unir parties égales d'arsenic et de cuivre avec un 16e d'argent ; il prenait à la vérité l'arsenic blanc ou l'acide arsenieux. La plupart des auteurs emploient le flux noir et le verre en poudre pour aider la fusion et la combinaison. Beccher a donné une formule très-longue et minutieuse, par laquelle il assure qu'on obtient d'une union du cuivre avec

l'arsenic, un métal blanc, ductile, semblable à l'argent. Swedenborg a rassemblé beaucoup de procédés différens pour faire cet alliage. Le citoyen Baumé l'a traité par divers moyens ; il l'a eu souvent cassant, et a remarqué que le feu le rendait ductile, en lui laissant la couleur blanche ; il l'a préparé, soit avec l'acide arsenieux et l'alcali fixe, soit avec l'arseniate acidule de potasse ou *sel neutre arsenical* de Macquer, soit enfin en substituant le laiton au cuivre ordinaire. On fait beaucoup de mélanges métalliques dans les arts avec le cuivre et l'arsenic, en y ajoutant en proportions très-variées, différentes substances métalliques.

40. On n'a point décrit encore, ni même indiqué les propriétés des alliages du cuivre avec le tungstène, le molybdène, le chrome, le titane, l'urane et le manganèse, quoiqu'on sache que la plupart de ces métaux sont susceptibles de s'y unir et de le rendre cassant et plus ou moins pâle. Il reste beaucoup de recherches à faire sur ces nouveaux alliages, qui, examinés avec soin, pourront certainement fournir des produits très-utiles aux arts, en raison de leurs propriétés différentes de celles des alliages déja connus : d'ailleurs, la facilité avec laquelle on sait que le cuivre s'allie aux autres matières métalliques, doit déterminer les chimistes à tenter ces alliages, qui leur fourniront les moyens de réduire et de fondre par là ceux des métaux nouveaux dont l'infusibilité et l'intraitabilité a empêché encore qu'on en reconnût les propriétés caractéristiques.

41. La combinaison du cuivre avec le cobalt est assez difficile et peu connue : ceux des auteurs qui en ont dit quelques mots, Wasserberg en particulier dans ses Instituts de chimie, assurent que cet alliage est analogue au cobalt lui-même par sa fragilité et par son tissu. Suivant Cronstedt, le cuivre forme avec le nickel un alliage blanc, dur, non ductile, facile à détruire par l'air. Ce savant a remarqué que, malgré les diverses proportions où il a fait cet alliage, le cuivre s'y était cons-

tamment montré par la couleur verte ou brune qu'il avait fait prendre au verre de borax. On ne sait pas ce que forme le nickel purifié avec le cuivre; car celui que Cronstedt a employé, comme je l'ai dit ailleurs, était chargé d'arsenic, de cobalt et de fer.

42. Le bismuth fondu avec le cuivre à parties égales, forme un alliage fragile d'un rouge pâle. Dans l'alliage fait avec un huitième à peu près de bismuth, Gellert a trouvé beaucoup de fragilité, une couleur rouge blanchâtre, et un tissu à facettes indiquant des fragmens presque cubiques dans son grain. Sa pesanteur spécifique était assez exactement la moyenne de celle des deux métaux. Muschenbroëck, qui a décrit une suite d'alliages divers de cuivre et de bismuth, et qui a déterminé leur diverse ténacité, a vu cette propriété y diminuer à proportion que le bismuth y était plus abondant. Les ouvriers qui préparent de petits ouvrages de cuivre jaune ou de tombac, entr'autres des aiguilles et des cuillers, font entrer un peu de bismuth dans leur alliage, mais sans pouvoir dire à quoi cette addition leur sert : c'est une routine ancienne qu'ils suivent seulement à cet égard.

43. L'antimoine s'unit très-aisément au cuivre par la fusion: quand on en allie parties égales, on obtient un métal d'une jolie couleur violette, la seule de ce genre parmi les métaux. Gellert a trouvé cet alliage spécifiquement plus lourd. Ce singulier alliage a un tissu lamelleux et fibreux ; c'était le *régule de Vénus*, qu'on fabriquait autrefois dans les pharmacies pour la préparation du trop fameux *lilium* de Paracelse. On faisait aussi, d'après une prescription et dans des vues alchimiques, un alliage composé de parties égales de *régule martial* et de *régule de Vénus*, qui formait, disait-on, des mailles et des cavités réticulaires à sa surface ; on le nommait le *réseau* ou le *filet de Vulcain*, parce que *Mars* et *Vénus* semblaient y être enveloppés.

44. On s'est beaucoup occupé dans les laboratoires de l'union du mercure avec le cuivre, et de la formation d'une amalgame

de ce dernier métal dans l'ordre des adhérences que les métaux dissolubles par le mercure sont susceptibles de contracter avec ce métal, et qui répondent à leur dissolubilité. Le cuivre ne tient que le huitième rang, suivant les expériences du citoyen Guyton, et n'a au-dessous de lui que l'antimoine, le fer et le cobalt : cela indique qu'il n'est susceptible de s'y unir qu'avec difficulté ; aussi ne parvient-on à l'amalgamer que lorsqu'il est présenté au mercure et broyé avec lui dans un grand état de division. Parmi les chimistes qui ont parlé de cette combinaison, les uns veulent qu'on broye des feuilles de cuivre très-minces avec le mercure, après avoir frotté auparavant ces feuilles avec du vinaigre ou du sel commun ; les autres prescrivent de triturer de la limaille de cuivre avec la dissolution nitrique de mercure, dont le premier métal réduit l'oxide et le précipite de sa dissolution, en y ajoutant même un peu de mercure coulant, et en lavant avec beaucoup d'eau. Il en est qui conseillent de prendre le cuivre dissous dans l'acide nitrique, de le précipiter à l'état métallique par le fer, et de le triturer promptement avec le mercure coulant. Il y a encore quelques autres procédés qui exigent des combinaisons d'acides végétaux, et dont je parlerai par la suite. De quelque manière que cette combinaison soit faite, elle est rougeâtre, assez molle pour recevoir facilement les empreintes les plus délicates quand elle est un peu chaude, et susceptible de se durcir beaucoup à l'air. La chaleur la décompose très-facilement et en sépare le mercure.

45. La combinaison du cuivre avec le zinc est un des plus importans alliages qui existent, ou plutôt elle donne naissance, suivant la diversité des proportions, à différens alliages très-utiles dans les arts. Muschenbroëck a décrit, avec soin, quelques propriétés de plusieurs de ces alliages : parties égales de cuivre et de zinc lui ont donné un métal d'un beau jaune d'or, dont un parallélipipède, d'un dixième de pouce, n'a été brisé que par 108 livres ; sa pesanteur spécifique était de 8.047. Une partie de cuivre et une demi-partie de zinc ont formé un métal

d'une couleur d'or pâle ; une partie de cuivre et trois quarts de partie de zinc, un beau métal de couleur d'or, très-doux à la lime ; une partie de cuivre et un quart de zinc, un alliage d'une plus belle couleur que celle du laiton. Gellert a indiqué la pesanteur spécifique de ces alliages comme plus grande que la moyenne. Wallerius annonce que l'alliage de cinq parties de cuivre avec trois parties de zinc est encore un peu ductile. Le citoyen Borda a trouvé que le laiton avait une densité d'environ un dixième plus grande que celle des deux métaux pris séparément.

46. A ces généralités sur l'alliage du cuivre et du zinc, il faut ajouter une notice des principales différences des métaux usuels auxquels il donne naissance : suivant les proportions dans lesquelles on les allie, on obtient le laiton ou le cuivre jaune, le métal du prince Robert, le pinchebeck, le tombac et le similor. Le laiton et le cuivre jaune se fabriquent, soit en stratifiant des lames de cuivre, soit en fondant ce métal avec un mélange de calamine ou de carbonate de zinc natif et de charbon. Le zinc entre, dans ce genre d'alliage, dans la proportion d'un cinquième à un quart de celle du cuivre ; alors ce métal est assez ductile pour servir à un grand nombre d'usages. Macquer a remarqué que le zinc pouvait s'unir à trois parties et même à deux de cuivre, sans presque lui faire perdre de sa ductilité à froid : c'est là ce qui rend le cuivre jaune si utile et si précieux. Par cet alliage, on augmente la quantité du cuivre d'un quart et même d'un tiers ; on lui donne une couleur agréable qui imite celle de l'or pâle ; on le rend moins sujet à l'oxidation et au vert-de-gris : il est, à la vérité, un peu moins ductile à chaud qu'à froid, à cause de la fusibilité beaucoup plus grande dans le zinc que dans le cuivre. En tenant fondu à un grand feu le cuivre jaune, le zinc s'en sépare, se volatilise, brûle avec flamme, et l'alliage décomposé repasse à l'état de cuivre rouge pur. Quoique les mots *cuivre jaune* et *laiton* soient presque synonymes dans les livres de chimie, on donne

le plus souvent le nom de *laiton* au cuivre jaune passé à la filière ; quelquefois celui-ci n'est que blanchi à son extérieur par le zinc, qui y est comme appliqué.

Le métal du prince Robert est un alliage analogue au précédent, où la proportion du zinc est moindre que dans le cuivre jaune, et dont la couleur plus intense imite plus celle de l'or. Chaque ouvrier a ses procédés particuliers pour faire ce métal, qui n'est employé que pour quelques bijous d'ornement. Il en est de même du pinchebeck, du tombac et du similor; trois autres alliages du cuivre avec le zinc, qui diffèrent peu entre eux, et qui ne sont que des variétés de cuivre jaune un peu diversifiées par leur couleur. Pour les obtenir beaux, il est essentiel de prendre les deux métaux bien purs et d'en varier les proportions d'après des essais plus ou moins nombreux, et suivant la couleur qu'on veut avoir. Il y a, dans les ouvrages anciens de chimie, des recettes plus ou moins compliquées pour préparer ces métaux, par lesquels on a cherché à imiter l'or. Au lieu de se servir du cuivre et du zinc purs, beaucoup prescrivent la calamine, le vert-de-gris, qu'ils mêlent avec plusieurs sels, et qu'ils chauffent plus ou moins long-temps et fortement. On pourra trouver un grand nombre de ces formules dans les Dissertations de Swedenborg sur le cuivre et le laiton, *aurichalcum*, dans les ouvrages de Lewis, de Justi, de Cramer, de Wallerius, de Gellert, de Tessari, de Rinman et de Klinghammer.

Je n'ajouterai plus à ce que j'en ai dit, qu'un précis du nouveau travail fait par le citoyen Vauquelin sur l'analyse ou l'essai de cet alliage si important. Pour connaître les proportions des deux métaux qui composent le laiton, ce chimiste s'est servi, avec un grand avantage, de la dissolution par l'acide nitrique. Quand elle est faite complétement et qu'il ne reste plus rien à dissoudre, il précipite les deux métaux par la potasse, qu'il ajoute en assez grande quantité pour dissoudre tout-à-fait l'oxide de zinc; et comme l'oxide de cuivre n'y est

pas dissoluble, il reste en poussière noirâtre que l'on sépare, que l'on lave et que l'on pèse. En soustrayant un cinquième du poids de ce précipité pour l'oxigène qui lui est uni, on a le poids du cuivre ; et ce qui manque à celui de l'alliage employé appartient au zinc. On vérifie cette première expérience en précipitant une seconde dissolution nitrique par le zinc, qui sépare le cuivre à l'état métallique, et qui doit donner la même quantité de ce dernier métal que celle qu'on a obtenue dans le premier essai.

47. Le cuivre s'allie très-facilement à l'étain. Ce genre d'alliage est extrêmement utile dans les arts ; c'est avec lui qu'on fait le bronze ou l'airain, le métal des statues, celui des canons, le métal de cloches, les miroirs métalliques, l'étamage. Il faut donc en étudier avec soin les propriétés. En général, l'étain diminue beauconp la ductilité du cuivre, et il augmente sa ténacité, sa dureté, et sa qualité sonore. Muschenbroëck a constaté par ses expériences, que le cuivre acquérait la plus grande fermeté possible quand à cinq ou six parties de ce métal on ajoutait une partie d'étain ; que plus on augmentait la proportion de celui-ci, plus l'alliage devenait dur et fragile ; qu'alors la lime ne l'entamait plus, et que dans ce dernier état il n'était propre qu'à la fabrication des miroirs. Ce physicien en conclut que, pour fabriquer le bronze des canons, il faut prendre une partie d'étain sur cinq à six parties de cuivre. La densité et la pesanteur spécifique de cet alliage sont plus grandes que la moyenne, dans la proportion de 8.265 à 7.638.

Wallerius a donné des détails plus précis encore que ceux de Muschenbroëck sur le bronze et l'airain. Pour faire le métal des canons, suivant lui, il faut unir douze parties d'étain à cent parties de cuivre ; on peut y ajouter avec succès un peu de cuivre jaune. En unissant cent parties de cuivre avec vingt parties d'étain, on a un alliage sonore, bruyant, d'un gris jaunâtre, propre à la coulée des cloches. Swedenborg conseille de faire le métal à canons en fondant ensemble cent parties de

cuivre pour douze à quinze livres de vieil étain, et en mêlant souvent au bain de ces métaux des fragmens d'instrumens de bronze. Savary ne propose que dix à douze parties d'étain sur cent de cuivre pour le bronze des canons, et vingt à vingt-quatre du premier à cent du second pour le métal de cloches. Il ajoute que pour rendre le son de ce dernier plus agréable, on y joint deux parties d'antimoine. Dans l'alliage destiné à la fabrication des canons, qui doit être assez solide pour ne pas s'éclater par l'effet d'une double charge de poudre, et en même temps assez peu mou pour n'être pas déformé par le choc du boulet, il est important de remarquer que le mélange des deux métaux entr'eux n'est homogène et égal dans toutes ses parties que lorsqu'on agite et qu'on brasse bien la matière en fusion : sans cela il se fait un partage inégal, d'où il résulte que l'étain, ou le cuivre le plus chargé d'étain, occupe la partie supérieure, et que le fond est presque du cuivre pur; que toute la masse forme comme des couches séparées de divers alliages différens, depuis celui du haut qui contient le plus d'étain, jusqu'à celui du fond du creuset qui en contient le moins. J'ai déja fait la même observation sur d'autres alliages; mais elle est plus importante encore dans l'histoire du bronze, en raison de sa grande utilité et des nombreux emplois auxquels il est destiné. On remarquera ici que le bronze pour les statues ne diffère de celui des canons que parce qu'il contient une proportion d'étain ou moins ou plus considérable, suivant la couleur qu'on veut lui donner.

48. Le métal des cloches ou l'airain sonnant diffère spécialement du bronze par la proportion de l'étain qui y est plus grande, et parce qu'il est plus cassant. La dose la plus ordinaire pour cette espèce d'alliage est de 25 d'étain sur 75 de cuivre; souvent on trouve, en analysant des fragmens de cloche par les acides, ou une proportion un peu différente de celui-ci, ou quelques métaux étrangers, comme du zinc, de l'antimoine, du bismuth; quelquefois même on y rencontre de

l'argent ; mais ces métaux n'y sont pas essentiels, et proviennent presque toujours ou des cuivres jaunes et des *potains*, espèces de mauvais alliages de cuivre, d'étain, de plomb, etc., ou de quelques portions de vieille argenterie que la crédulité et la superstition faisaient autrefois porter dans les fourneaux où l'on fondait les cloches. On observe sur-tout dans la fabrication du métal de cloches la singulière propriété dont jouit l'étain, de diminuer et de faire même disparaître la belle couleur du cuivre. L'alliage de cloche est d'un gris blanc, d'un grain serré et dur, très-difficile à limer, d'une pesanteur spécifique plus considérable que ne doit le donner la moyenne des deux métaux alliés : tous ces caractères annoncent une pénétration profonde du cuivre de la part de l'étain, et une sorte de remplissage de tous les pores du premier par les molécules du second. Ce métal est plus fusible que le cuivre. Lorsqu'on veut en faire l'essai, on le traite en poudre par l'acide nitrique, qui dissout le cuivre oxidé, et laisse l'étain en oxide blanc indissoluble. On avait imaginé autrefois qu'on ne pouvait pas séparer ces deux métaux, et qu'il était impossible d'en extraire le cuivre : en sorte qu'on réputait celui-ci comme perdu, et qu'on croyait que pour en tirer parti, il fallait ou y ajouter du cuivre jusqu'à ce qu'on fût arrivé à la proportion convenable au bronze d'artillerie, ou le consacrer à faire ces alliages blancs, durs et aigres, avec lesquels on coule des timbres, des boutons, des instrumens d'ornement, etc. Mais ce préjugé, répandu par des hommes intéressés à ce qu'on ne changeât pas les cloches de forme, n'a pas résisté long-temps aux premiers regards que les chimistes français ont jetés sur ce métal allié, quand les besoins de la patrie ont appelé leur attention sur cet objet. On a trouvé beaucoup de moyens d'extraire le cuivre du métal de cloches : la seule fonte lente, avec un peu d'eau jetée à la surface du métal en fusion, suffit pour cela dans des ateliers de raffinage en grande activité ; l'étain est oxidé par ce procédé,

et nage à la surface du bain sous la forme de scories qui entraînent, à la vérité, un peu de cuivre, mais qui, séparées du cuivre raffiné qu'elles recouvrent, sont réduites et refondues en particulier pour faire du métal aigre et blanc, utile à beaucoup d'usages. On extrait encore en grand dans plusieurs ateliers français et nationaux le cuivre du métal de cloches par un procédé que j'ai donné en 1790. Il consiste à oxider en scories pulvérulentes une partie du métal de cloches, et à les brasser avec six parties du même métal fondu dans un fourneau de réverbère : l'étain ayant beaucoup plus d'attraction pour l'oxigène que n'en a le cuivre, le premier de ces métaux qui est contenu dans l'alliage en fusion absorbe ce principe au cuivre oxidé de la scorie qu'on ajoute ; en sorte qu'il se sépare de la portion d'étain qui se brûle et se scorifie ainsi, et il s'enrichit en même temps de la portion du cuivre des scories ajoutées, qui cède son oxigène à son étain. Pelletier a conseillé pour remplir le même objet, et pour oxider l'étain du métal de cloches, le mélange de l'oxide de manganèse à ce métal fondu : quelques autres chimistes ont employé avec succès le muriate de soude projeté sur le métal de cloches en fusion, et sont parvenus ainsi à en séparer l'étain. Ce départ du métal des cloches est un art nouveau qui a été créé et promptement porté à sa perfection dans la République française, aux étonnans succès militaires de laquelle il a contribué.

49. Un mélange de trois parties d'étain et d'une partie de cuivre fondu avec un peu d'acide arsenieux et de flux noir, qui réduit ce dernier, donne par la fusion un alliage roide, dur, d'une couleur d'acier, susceptible d'un poli vif, très-peu altérable, qu'on emploie à la fabrication des miroirs de réflexion, pour les télescopes, les expériences d'optique, etc. On trouve au reste dans Kunckel, dans Cardan, dans Beccher, dans Swedenborg, beaucoup de compositions différentes pour faire cet alliage destiné à la confection des miroirs. Becher a prescrit pour cela huit parties de cuivre, une partie

d'étain et cinq parties de bismuth ; Cardan, trois parties de cuivre, une partie d'étain et d'argent, et un huitième d'antimoine ; Kunckel a indiqué trois parties de bon étain et une partie de cuivre qu'il fondait avec un peu de tartre, d'alun, de salpêtre et d'acide arsenieux. On ne fait que durcir l'étain et le rendre plus brillant, lorsqu'on l'allie avec $\frac{1}{48}$ de cuivre ; souvent on ajoute à ces deux métaux de l'antimoine dans la même intention.

5o. L'étamage du cuivre n'est qu'un alliage extrêmement mince ou superficiel du cuivre avec l'étain. Il est employé pour défendre le cuivre de la rouille, et pour empêcher que les alimens qu'on prépare dans ce métal n'en dissolvent une partie, et n'acquièrent une âcreté vénéneuse. Pour que l'étamage réussisse bien, il faut que la surface des vaisseaux de cuivre qui doit être étamée soit bien propre et bien métallique : aussi commence-t-on par gratter cette surface avec une lame de fer faite exprès, et qu'on promène avec assez de force sur toute la surface de la pièce, jusqu'à ce qu'elle soit devenue par-tout brillante et pure. On la frotte ensuite avec du muriate d'ammoniaque, et on la place sur des charbons allumés : quand elle est suffisamment chaude, on y jette de la poix-résine en poudre, qui, en recouvrant toute la surface métallique, empêche qu'elle ne s'oxide ; enfin on y verse de l'étain fondu, ou l'on y promène un morceau d'étain, qui se fond sur-le-champ par la chaleur de la pièce, et qu'on applique avec des étouppes sur toute la surface du métal : à l'instant même celui-ci, qui était d'un beau rouge, devient d'un blanc argentin brillant, en raison de l'étain qui s'applique également sur tous les points du cuivre. Il n'y a qu'une bien légère couche d'étain qui fait ainsi corps avec le cuivre. En vain en appliquerait-on de nouvelles couches et de nouvelles épaisseurs, il ne contracterait pas la même adhérence, la même dureté, la même infusibilité que celle qui a recouvert le cuivre. A une chaleur capable de fondre l'étain,

cette nouvelle couche coulerait et se ramasserait en globules ou en grumeaux au fond du vase étamé, parce que ce second étain ajouté au premier resterait comme étain, en conserverait toutes les propriétés : tandis que la première couche, vraiment adhérente, fait alliage avec la surface du cuivre, et est devenue par cela seul infusible à la température qui fond l'étain. On a lieu d'être étonné de la petite quantité d'étain qui s'unit et s'attache ainsi au cuivre dans l'étamage ; il serait permis de craindre les dangereux effets du cuivre, qui n'est séparé que par un feuillet d'étain d'une minceur presque inappréciable, si une longue expérience n'avait appris que ce feuillet léger suffit pour empêcher le cuivre placé au-dessous de toucher les matières plongées dans les vaisseaux étamés. Bayen, dans ses recherches sur l'étain, a trouvé qu'une casserole, de neuf pouces de diamètre et de trois pouces trois lignes de profondeur, n'avait acquis que vingt-un grains par l'étamage. Il faut avoir cependant l'attention de ne point laisser séjourner des mets, sur-tout des substances acides, dans les vases de cuivre étamés, et d'en faire renouveler souvent l'étamage, pour éviter toute crainte de danger. Il est encore important de n'employer pour l'étamage que de l'étain très-pur ; car celui qui contient du plomb, et particulièrement la *claire étoffe* des potiers d'étain, qui en contient la moitié de son poids, expose à toutes les maladies que le plomb peut faire naître. On a proposé de faire des étamages infusibles et à couches épaisses avec de l'étain rendu infusible par le fer, l'argent, le platine. Lafolie, chimiste à Rouen, a voulu même substituer aux vaisseaux de cuivre étamés, contre l'usage desquels il est toujours utile de conserver des préventions, des casseroles de fer battu recouvert de zinc, et il est fort à desirer que leur usage se multiplie.

51. Le cuivre s'allie bien au plomb par la fusion : lorsque le plomb excède le cuivre, l'alliage a la couleur grise du premier ; il est assez ductile ; il est cependant cassant à chaud,

à cause de la grande différence de fusibilité du plomb et du cuivre. C'est à cette dernière différence qu'est due l'utilité du plomb dans l'opération métallurgique que j'ai décrite plus haut sous le nom de *liquation*. On fait entrer cet alliage de plomb et de cuivre dans quelques arts, et sur-tout dans la fabrication de quelques caractères d'imprimerie pour les grosses lettres. Savary dit que la proportion nécessaire pour le dernier objet est de cent parties de plomb contre vingt à vingt-cinq parties de cuivre.

52. Le cuivre est aussi susceptible de s'unir au fer, mais beaucoup plus difficilement qu'à la plupart des métaux précédens. Plus on combine de fer avec le cuivre, plus l'alliage tire sur le gris, perd de sa ductilité, et devient difficile à fondre. En fondant ces deux métaux dans un creuset, on trouve toujours du fer non allié placé au-dessus du cuivre, auquel il adhère fortement. Ce dernier fait explique comment ces deux métaux se soudent intimement et assez facilement. On trouve souvent les grains ou les limailles de fer disséminés dans les soufflures de cuivre, lorsqu'on n'a point assez chauffé ces deux métaux pour favoriser l'alliage. Presque tous les chimistes sont d'accord entre eux sur la difficulté de cette union.

G. *Action sur l'eau et sur les oxides.*

53. Ce que j'ai déja fait connaître des propriétés du cuivre prouve assez que ce métal a trop peu d'attraction avec l'oxigène pour qu'il puisse enlever ce principe à l'eau; aussi les chimistes modernes croient-ils que le cuivre ne décompose point cet oxide d'hidrogène, puisque d'ailleurs ils voient que l'hidrogène décompose l'oxide de cuivre, même coloré en vert; le contact momentané de ce corps gazeux sur l'oxide suffit en effet pour ramener sa couleur au brun. Cependant il est une circonstance dans laquelle il pourrait paraître que cette dé-

composition de l'eau par le cuivre a réellement lieu : c'est celle où ce liquide, qui touche et baigne le métal sans action tant qu'elle est chaude ou en vapeur, se condense et se refroidit à sa surface. On voit constamment dans ce cas la place occupée par les gouttelettes du liquide condensé et refroidi se couvrir d'un oxide vert en quelques heures, et ce phénomène arrive trop fréquemment dans le monde pour que les chimistes n'en aient point été frappés. A la plus haute température, quand le cuivre est fondu et rouge, l'eau qui tombe sur lui excite un mouvement, se réduit subitement en vapeur, pousse devant elle des jets de liquide cuivreux, qui sont très-dangereux dans les coulées de ce métal, comme le savent tous les fondeurs en cuivre qui ont le plus grand soin de faire sécher leurs moules ; mais, dans ce phénomène même, on ne peut pas dire ni penser que l'eau est décomposée, pas plus que dans le contact de l'eau vaporeuse condensée par le refroidissement. La première déflagration paraît être due à la vaporisation violente et subite de l'eau. L'oxidation du cuivre, dans le second cas, est produite par plusieurs attractions réunies, et sur-tout par celle de l'oxigène et de l'acide carbonique atmosphérique pour le cuivre et son oxide. Voilà pourquoi cette oxidation qui a lieu si promptement dans des vaisseaux ouverts ne se présente point dans des vases fermés.

54. C'est par la même réunion de plusieurs attractions, et sur-tout à l'aide de celle que j'ai nommée *attraction disposante*, que le cuivre décompose l'eau quand il est combiné avec le soufre ; c'est à ces forces coagissantes qu'est due la sulfatisation spontanée qu'éprouvent à l'air les sulfures de cuivre natif, quand on les humecte. Il y a tout lieu de penser qu'il arrive la même chose au phosphure de ce métal, lorsqu'il noircit à l'air, suivant l'observation de Pelletier, ainsi qu'à plusieurs alliages de ce métal, lorsqu'ils se trouvent placés dans de pareilles circonstances. On verra bientôt que la même théorie se retrouve tout naturellement dans l'action du cuivre sur certains

acides, ou pendant quelques-unes de ses dissolutions dans ces corps brûlés.

55. Il est aisé de concevoir, d'après ce qui vient d'être dit encore, que le cuivre ne doit avoir que peu d'action sur le plus grand nombre des oxides métalliques ; il n'y en a en effet que très-peu auxquels il est susceptible d'enlever l'oxigène : et ce sont au contraire ses propres oxides qui se laissent facilement décomposer par la plupart des autres métaux. Le manganèse, le zinc, l'étain, le fer sur-tout, ont éminemment cette propriété. Le mercure est de tous les métaux celui qui cède le plus volontiers son oxigène au cuivre : de sorte que ce dernier précipite en métal presque toutes les dissolutions du premier, et qu'il suffit de plonger des lames ou des morceaux de cuivre dans les sels mercuriels liquides pour blanchir ces lames par la précipitation du mercure à l'état métallique, et pour colorer en bleu les dissolutions qui auparavant étaient absolument sans couleur. On emploie même quelquefois ce procédé pour former à la surface du cuivre une espèce d'argenture qui, à la vérité, est peu solide et peu durable. Le cuivre précipite aussi au moins en partie le sulfate de fer suroxigéné, non qu'il enlève l'oxigène au fer, mais parce que l'oxide très-oxidé de ce métal tient si peu à l'acide sulfurique, qu'il abandonne sur-le-champ sa place au cuivre.

H. *Action sur les acides.*

56. On a toujours dit qu'aucun métal n'était plus altérable ni plus dissoluble par les acides que l'est le cuivre ; et en effet il n'est aucun acide, même parmi les plus faibles, qui ne soit susceptible de colorer ce métal, qu'on y plonge et qu'on en recouvre, en bleu ou en vert, et qui conséquemment ne soit capable de l'oxider à l'aide de l'eau et de s'unir ensuite à son oxide.

L'acide sulfurique n'attaque le cuivre que quand il est con-

centré et bouillant : alors le cuivre décompose cet acide ; il lui enlève une partie de son oxigène, et en dégage beaucoup de gaz acide sulfureux. On prend ordinairement pour cette opération deux parties d'acide et une de métal. Kunckel prescrit de se servir de la distillation. On fait le plus souvent cette combinaison dans un matras ; on poursuit l'opération jusqu'à obtenir une masse sèche ; celle-ci est d'un gris sale ou brunâtre, suivant la proportion des deux corps et le feu qu'on a donné. On lave ensuite cette masse résidue avec de l'eau distillée, qui prend une belle couleur bleue. Il reste souvent un peu d'oxide brun qui ne se dissout pas. La liqueur bleue, évaporée jusqu'à pellicule, et refroidie lentement, donne des cristaux rhomboïdaux de la même couleur. On en obtient presque jusqu'à la fin de l'évaporation de la liqueur. L'acide sulfurique, même faible, dissout facilement les oxides de cuivre, et forme avec eux le même sulfate de cuivre que celui dont il est question ici.

57. Le sulfate de cuivre est préparé en grand, soit par l'évaporation de quelques eaux qui le tiennent en dissolution, soit en brûlant des sulfures de cuivre natif, soit en laissant effleurir ou sulfatiser ces sulfures à l'air après les avoir humectés ; quand la sulfatisation est opérée, on lessive ces matières dans l'eau, on évapore cette lessive, et on la laisse cristalliser dans de grands vases où elle dépose des masses considérables de cristaux bleus. Ce sel était nommé autrefois *vitriol bleu*, *vitriol de Chypre*, *vitriol de cuivre*, *couperose bleue*, *vitriol de Vénus*. Il a une saveur âcre, métallique, styptique et presque caustique. Quoiqu'on l'ait toujours défini comme cristallisé en rhomboïdes, cet énoncé vague ne suffit point aujourd'hui. Voici comment le citoyen Haüy décrit la cristallisation du sulfate de cuivre. Sa forme primitive est un parallélipipède obliquangle que l'on peut considérer comme un prisme oblique dont les pans sont inclinés entre eux, d'une part de cent vingt-quatre deg. une min., et de l'autre de cinquante-cinq deg. cinquante-neuf min., dont la base fait avec l'un de ces

pans un angle de cent neuf deg. vingt-une min., et avec le pan opposé un de soixante-dix deg. trente-neuf min. Il n'y a que le feld-spath qui ait, comme ce sel, un parallélipipède obliquangle pour forme primitive; mais les faces qui composent un même angle solide dans cette pierre ont des angles différens. Le prisme du sulfate de cuivre passe, par des décroissemens simples à décrire, à l'octaèdre et au décaèdre; il se forme aussi autour de chaque base des facettes marginales ou angulaires, solitaires, géminées, ternées, qui constituent une suite de variétés toutes déterminées avec précision à l'aide de la théorie découverte par le citoyen Haüy.

58. Le sulfate de cuivre se fond vîte au feu à l'aide de son eau de cristallisation; il perd promptement jusqu'à trente-six pour cent de son poids, et se dessèche en poudre d'un blanc bleuâtre. En augmentant alors le feu, il donne son acide: on a remarqué qu'il est plus difficile à décomposer que le sulfate de fer. Le résidu de cette décomposition par le feu est un oxide noirâtre, contenant toujours vingt-cinq parties d'oxigène sur cent parties de métal. M. Proust, à qui est due cette dernière remarque, donne pour les composans du sulfate de cuivre les proportions suivantes: oxide noir de cuivre, trente-deux; acide sulfurique, trente-trois; eau, trente-cinq. Il s'altère légèrement à l'air, en perdant l'eau de sa cristallisation, et en s'effleurissant sous la forme de poussière bleue blanchâtre; mais cette efflorescence se borne à la surface du sel. Il n'exige que quatre ou cinq parties d'eau à dix degrés pour se dissoudre; l'eau bouillante en dissout la moitié de son poids: aussi cristallise-t-il presque aussi bien par le refroidissement que par l'évaporation lente. Le phosphore, les gaz hidrogène phosphoré et sulfuré en séparent et en réduisent plus ou moins complétement le cuivre. Aucun acide n'a d'action sur le sulfate de cuivre.

59. Les terres et les alcalis le décomposent, et précipitent sa dissolution en un oxide gris bleuâtre, qui devient vert

quand on le sèche à l'air, en absorbant l'acide carbonique atmosphérique.

Si l'on ne verse qu'une petite quantité de potasse caustique en liqueur dans la dissolution de sulfate de cuivre, le précipité verdâtre que l'on obtient et qui nage dans une solution de sulfate cuivreux, puisque ce sel n'est pas alors entièrement décomposé, est une espèce particulière de sulfate de cuivre, que M. Proust dit être au *minimum* d'acide; c'est-à-dire que c'est de l'oxide de cuivre qui entraîne avec lui un peu d'acide sulfurique. Ce sel, suivant le chimiste cité ici, perd quatorze pour cent d'eau par la distillation; la potasse pure avec laquelle on le traite le réduit à soixante-huit d'oxide noir. Il contient oxide noir soixante-huit parties, acide sulfurique dix-huit, eau quatorze. Il paraît qu'on obtient aussi le sulfate de cuivre au *minimum* d'acide, en décomposant le sulfate au *maximum* par l'action du feu.

6o. Si, au lieu de décomposer partiellement le sulfate de cuivre par la potasse, on emploie celle-ci en excès, tout l'acide du sel est enlevé par cet alcali, et il se dépose un oxide bleu, que M. Proust regarde comme un composé particulier d'oxide noir, du seul oxide de cuivre qu'il connaisse, avec de l'eau; il le nomme *hydrate de cuivre.* J'en reparlerai plus en détail à l'article du nitrate de ce métal. L'ammoniaque, en décomposant le sulfate de cuivre et en précipitant d'abord sa dissolution, dissout bientôt l'oxide précipité, quand on ajoute un excès de cet alcali, et prend la plus riche et la plus brillante couleur bleue.

Le sulfate de cuivre s'unit en sels triples avec quelques sulfates alcalins, terreux et métalliques. Il décompose les nitrates et les muriates en se décomposant lui-même par l'action du feu, et il en dégage les acides nitrique et muriatique. Il réagit sur beaucoup de sels métalliques qu'il décompose par l'effet des attractions électives doubles. Les phosphates et les borates alcalins le précipitent aussi par une attraction

double ; les carbonates, en le précipitant, donnent du carbonate de cuivre qui devient d'un beau vert à l'air. Plusieurs métaux, et sur-tout le zinc, l'étain et le fer, le décomposent et en précipitent, sur-tout le dernier, du cuivre métallique, en enlevant l'oxigène à son oxide. Les dissolutions de manganèse et d'étain le brunissent, et en font déposer le cuivre en oxide brun. On profite de cette propriété du fer pour séparer, comme je l'ai dit plus haut, le cuivre de la dissolution naturelle de ce sel : c'est alors le cuivre de cémentation.

61. L'acide sulfureux, d'après les expériences que nous avons faites, le citoyen Vauquelin et moi, sur les sulfites métalliques, n'attaque point le cuivre. Ce métal, laissé longtemps en contact et recouvert par l'acide sulfureux, ne perd ni de son brillant ni de son poids. Aussi a-t-on vu ce métal ne donner que du gaz acide sulfureux avec l'acide sulfurique ; et c'est pourquoi il n'existe pas de sulfite sulfuré de cuivre. Mais l'oxide de ce métal s'unit promptement et facilement à l'acide sulfureux. On fait sur-le-champ cette combinaison saline en versant une dissolution de sulfite de soude dans une dissolution de sulfate de cuivre ; il se forme, à l'instant du mélange de ces deux liqueurs, un précipité d'un jaune citron, et il se dépose ensuite de petits cristaux d'un blanc verdâtre, qui se foncent en couleur par le contact de l'air : après ce dépôt, le liquide évaporé donne du sulfate de soude. Tous les essais faits sur le précipité jaune et sur le sel d'un blanc verdâtre, prouvent que ces deux matières sont également du sulfite de cuivre ; que le premier contient plus de cuivre, ce qui constitue sa couleur citronée et son indissolubilité. Ainsi il y a un partage inégal de l'oxigène entre les deux portions de cuivre, et formation de deux sulfites un peu différens. L'un et l'autre, chauffés au chalumeau, se fondent, noircissent, prennent une couleur grise semblable à celle du *fahlertz*, et se réduisent en bouillonnant à l'état métallique. Chauffé dans un tube de verre, le sulfite verdâtre cristallisé devient d'abord

jaune, ensuite rouge marron : il s'en dégage d'abord de l'acide sulfureux, ensuite de l'acide sulfurique ; une partie de ce sel reste en sulfure gris ; une autre, fondue avec le verre, le colore en un rouge brillant. On voit ici l'oxide de cuivre céder son oxigène à l'acide sulfureux, qui devient de l'acide sulfurique et passe à l'état métallique. Quoique peu soluble dans l'eau, le sulfite de cuivre l'est cependant assez pour être sensible par la potasse qui en précipite des flocons verdâtres, et par l'ammoniaque qui lui donne une couleur bleue. L'acide sulfurique concentré jeté sur le sulfite de cuivre en cristaux en dégage, avec une effervescence bruyante, beaucoup d'acide sulfureux en gaz, et en sépare une matière pulvérulente rouge brune, semblable à la lie du vin. En ajoutant de l'eau, ce précipité ne se redissout pas ; mais, sans eau et laissé à l'air, il perd sa couleur et se dissout dans l'acide sulfurique. L'oxigène du cuivre se porte dans cette expérience sur l'acide sulfureux dont il convertit une partie en acide sulfurique ; et c'est ainsi que l'oxide de cuivre repasse presqu'à l'état métallique. L'acide nitrique agit également sur l'un et l'autre sulfite de cuivre, dégage du gaz sulfureux et du gaz nitreux, et le convertit en sulfate de cuivre. On voit que cette combinaison, inconnue jusqu'ici des chimistes, combinaison qu'on ne peut pas obtenir immédiatement de l'acide sulfureux et du cuivre, à cause de la faible attraction de celui-ci pour l'oxigène, présente des phénomènes très-intéressans et dont l'explication tient à la théorie pneumatique.

62. L'acide nitrique est assez rapidement décomposé par le cuivre qui en dégage uniformément, sans grandes secousses, sans violence et sans boursouflement, du gaz nitreux dont on fait souvent usage pour les expériences eudiométriques, soit parce que la manière tranquille, successive et en quelque sorte régulière, avec laquelle il s'échappe pendant cette dissolution du cuivre, rend l'opération facile et sûre, soit parce que ce gaz nitreux a été reconnu pour un de ceux qui réussissent le mieux

dans les essais d'eudiométrie. On conçoit que cette dernière propriété dépend de ce que le cuivre, qui n'est point aussi avide d'oxigène et qui ne l'absorbe ni aussi abondant ni aussi solide, par exemple, que le zinc, l'étain et le fer, ne décompose point complétement l'acide du nitre, n'en sépare point le radical ou l'azote seul, de manière à ce que l'acide nitreux soit mêlé de plus ou moins de gaz azote, comme cela arrive avec les métaux que je viens de citer. C'est par la même raison que la dissolution nitrique de cuivre ne donne point de traces d'ammoniaque par la chaux, tandis que celles des métaux indiqués par le même acide en donnent si souvent : ceux-ci, en effet, décomposent très-souvent l'eau en même temps que l'acide nitrique; et le cuivre, qui ne sépare point tout l'oxigène de cet acide, n'opère point, à plus forte raison, la décomposition de l'eau.

63. A mesure qu'une portion de l'acide nitrique décomposé cède son oxigène au cuivre, celui-ci, amené à l'état d'oxide, se dissout dans la partie de l'acide qui n'est pas décomposée; il se forme une liqueur d'un bleu d'abord pâle, et comme mêlée de poussière blanche qui devient bientôt d'une nuance beaucoup plus brillante et entièrement transparente : le cuivre qui reste au fond est oxidé en brun foncé ou en noir à sa surface. On obtient la même dissolution avec les oxides de cuivre, qui sont extrêmement dissolubles dans l'acide nitrique. Cette dissolution âcre et styptique, évaporée lentement, donne des cristaux parallélipipèdes alongés. Evaporée avec moins de précaution, elle ne fournit que des prismes fins ou aiguillés, groupés et serrés les uns contre les autres en faisceaux comme rayonnés, dont il n'est pas possible de déterminer la forme. Aussi parmi les chimistes, les uns les ont décrits comme des prismes hexaèdres, les autres comme des prismes tétraèdres; il en est qui ont dit que la dissolution nitrique de cuivre ne se cristallisait pas. Le nitrate de cuivre ainsi obtenu est d'un bleu plus éclatant que le sulfate du même métal; il est si âcre

et si caustique qu'il pourrait servir pour brûler les excroissances et les fungus des ulcères. Il est fusible à vingt-cinq ou trente degrés du thermomètre de Réaumur ; à mesure qu'il se dessèche sur les charbons ardens où on le place, il détone ou les allume légèrement sur ses bords : un papier trempé dans sa dissolution et desséché brûle avec scintillation par une chaleur faible. Le nitrate de cuivre fondu dans un creuset exhale beaucoup de vapeur nitreuse ; quelques chimistes ont conseillé de le distiller pour en retirer de l'acide rutilant : il laisse, après avoir donné son eau et son acide en partie décomposé, un oxide d'un vert très-foncé et très-brillant à sa surface, tandis qu'il a sa couleur marron dans son fond, dans sa partie la plus chauffée. Le nitrate de cuivre attire fortement l'humidité de l'air; il est très-dissoluble dans l'eau : exposée long-temps à l'air sec et livrée à l'évaporation spontanée, sa dissolution se dessèche et se change en une poussière verte.

64. Les terres et les alcalis précipitent en général la dissolution du nitrate de cuivre en un oxide blanc bleuâtre qui devient vert à l'air. La chaux éteinte, jetée en poudre dans sa dissolution, a cependant la propriété non seulement de conserver le bleu de l'oxide qu'elle précipite, mais encore de l'aviver, de le rendre plus bleu, et de rester combinée avec lui sous la forme et dans l'état de *cendre bleu*. L'Angleterre a long-temps fourni seule au commerce cette couleur si employée dans la fabrication des papiers peints. Pelletier en a décrit l'analyse et en a donné la préparation dans les Annales de chimie. Cent parties de belle cendre bleue d'Angleterre lui en ont fourni cinquante de cuivre, trente d'acide carbonique, dix d'oxigène, sept de chaux, et quatre d'eau. Il a prescrit, pour la préparer, de faire dissoudre à froid du cuivre dans l'acide nitrique affaibli; d'ajouter à cette dissolution de la chaux en poudre, et d'agiter le mélange afin que la décomposition ait lieu promptement; de mettre plus de nitrate de cuivre qu'il n'en faut pour obtenir de l'oxide de ce métal pur; de décanter

la liqueur ; de bien laver le précipité, de l'égoutter dans un linge, de le broyer ensuite sur un porphyre ou dans un mortier avec de la chaux vive, dont on ajoute peu à peu de sept à dix parties pour cent du précipité, et qui le fait tout-à-coup passer du vert tendre au bleu ; de l'essayer pour connaître sa nuance, en en faisant sécher un peu à l'air et au soleil ; s'il prend une teinte trop claire, d'y ajouter du précipité cuivreux ; d'employer un peu d'eau pour le mélange et le broiement, si le précipité est trop sec, et de le sécher à l'air. Dans cette opération, on avait d'abord pensé que l'oxide de cuivre, déja verdi par l'air quand il y est exposé seul, repassait, en rétrogradant dans son oxidation, au bleu par son mélange avec de la chaux, s'arrêtait à cet état d'oxide à l'aide de cette terre, et absorbait avec elle une partie même assez abondante de l'acide carbonique atmosphérique. Mais quoique cette désoxidation partielle, regardée comme effet de la chaux sur l'oxide de cuivre vert, parût se maintenir quelque temps dans cet état, on ne la croyait cependant pas extrêmement durable, puisqu'on savait que tous les papiers peints avec cette cendre bleue finissaient par pousser au vert, et par devenir même entièrement verts quand ils avaient été pendant quelques mois exposés au contact de l'air.

65. On admettait un effet désoxidant beaucoup plus prompt encore dans l'ammoniaque, lorsqu'employée pour décomposer le nitrate de cuivre ; on observait d'abord un précipité pulvérulent d'un blanc bleuâtre, qui, par l'addition d'un peu plus d'ammoniaque, disparaissait, se redissolvait, et donnait à la liqueur un bleu beaucoup plus intense que ne l'était la première dissolution nitrique. Stahl avait dit que cette dissolution ammoniacale, traitée au feu, détonait à la manière de l'or fulminant ; mais Bergman n'a pas pu obtenir un pareil effet. Les alcalis fixes purs ne font pas le même effet ; ils ne bleuissent ni ne redissolvent pas l'oxide de cuivre qu'ils séparent de cette dissolution. Les sulfures alcalins et les hidrosul-

fures décomposent le nitrate de cuivre en y formant un précipité brun rougeâtre. L'acide sulfurique décompose ce sel et reforme avec lui du sulfate de cuivre. La plupart des sels, et sur-tout les sulfates, les phosphates, les borates et les carbonates alcalins le décomposent. Plusieurs métaux, et spécialement le fer, en précipitent le cuivre à l'état métallique en lui enlevant l'oxigène avec lequel ils ont plus d'attraction qu'il n'en a lui-même. Higgins a observé et décrit dans les Transactions philosophiques (volume 63, page 1), un phénomène bien remarquable produit par l'étain sur le nitrate de cuivre. Si l'on met des cristaux un peu humides de nitrate de cuivre dans une feuille d'étain qu'on contourne en petit vase, il attire l'humidité de l'air; sa portion humide attaque l'étain et se colore en brun par la précipitation de l'oxide de cuivre; il se produit de la chaleur; il se dégage une vapeur nitreuse abondante; la matière finit par s'enflammer avec explosion; et si la feuille d'étain est très-mince, elle se déchire par l'espèce de déflagration qui a lieu dans cette expérience. On reconnaît ici l'effet de la grande attraction de l'étain pour l'oxigène, et l'énergie avec laquelle il l'absorbe, soit à l'acide nitrique, soit à l'oxide de cuivre.

66. Telles étaient les idées qu'on avait adoptées d'après les nouvelles bases de la doctrine pneumatique, et d'après les travaux du citoyen Guyton et de Pelletier, sur le nitrate de cuivre, sur ses diverses propriétés, lorsque M. Proust, dans des recherches particulières adressées à l'Institut vers la fin de l'an 7, a proposé plusieurs modifications à ces idées, et présenté quelques notions plus précises et plus exactes sur ces composés cuivreux. Pour bien concevoir le résultat de son travail, il ne faut pas perdre de vue qu'il n'admet qu'un degré d'oxidation constant dans le cuivre brûlé, soit par l'action de l'air, soit par celle des acides, soit par tous les moyens qu'on emploie pour le combiner avec l'oxigène : il faut se rappeler qu'en n'admettant jamais que l'oxide de cuivre à 0.20 d'oxigène ou

à $\frac{1}{5}$ de son poids de ce principe, il rejette entièrement la distinction des oxides brun, bleu et vert, qui avait été adoptée anciennement par le citoyen Guyton, et que j'avais adoptée moi-même comme entièrement d'accord avec toutes les propriétés et tous les phénomènes montrés par le cuivre dans ses nombreuses combinaisons. Quoique je ne sois pas entièrement convaincu qu'il n'y a en effet qu'un seul oxide de cuivre, soit parce que ce métal change constamment de couleur, et qu'il passe successivement du brun au bleu et du bleu au vert par des procédés oxidans, soit parce que, par les moyens désoxidans, il prend les mêmes nuances dans une marche inverse, soit parce que M. Proust n'a pas fait connaître les moyens d'analyse par lesquels il a trouvé toujours ces 0.20 d'oxigène dans tous les oxides qu'il dit avoir examinés ; néanmoins, comme je ne connais pas non plus de résultats précis sur les diverses proportions d'oxigène existant dans les différens oxides admis avant l'habile chimiste de Ségovie, je reconnais au moins plus d'exactitude dans ses nouvelles données ; et c'est en admettant avec lui que le cuivre ne s'oxide qu'à 0.20 d'oxigène, que je vais exposer les principaux points de son travail sur le nitrate de cuivre et sur ses précipités.

67. En distillant une dissolution nitrique de cuivre on obtient, suivant ce chimiste, de l'eau et l'acide excédant. Le sel épaissi s'attache à la cornue en croûte verte, lamelleuse, indissoluble, dont l'eau bouillante en grande quantité n'enlève rien de sensible par l'hidrogène sulfuré. Chauffé fortement, ce nitrate de cuivre, au *minimum* d'acide, perd ce dernier et se réduit à 0.67 d'oxide noir. La potasse lui enlève également à chaud son oxide et l'amène à l'état d'oxide noir : il contient 0.67 de cet oxide, 0.16 d'acide et 0.17 d'eau. Le nitrate avec excès d'acide ne contient, au contraire, que 0.27 d'oxide noir. Cent parties de cuivre traitées par l'acide nitrique, et réduites à l'état d'oxide par l'action du feu, laissent 125 parties de cet oxide ; ce qui fait dire à M. Proust que le cuivre

n'est pas plus brûlé par l'acide nitrique que par d'autres moyens. Le nitrate de cuivre au *maximum* d'acide donne, avec une petite quantité de potasse, un précipité qui passe du bleu au vert, et qui n'est que le nitrate au *minimum*, ou avec excès d'oxide. Si au contraire on jette le premier sel cuivreux dans de la potasse bien délayée et suffisamment abondante pour prédominer, on a un précipité volumineux, d'un beau bleu, sur la nature duquel M. Proust a sur-tout insisté.

68. Après avoir fait observer que l'on obtient un précipité semblable de tous les sels cuivreux jetés dans une lessive de potasse caustique qui leur enlève tout leur acide, il le nomme *hydrate* de cuivre, et cherche à prouver par des expériences que c'est une combinaison d'oxide à 0.20 d'oxigène et d'eau. Voici les faits qui l'ont conduit à ce résultat et à cette dénomination. Ce composé, d'un bleu assez beau, analogue à celui de la cendre bleue, n'est ni sec ni vraiment pulvérulent; il est consistant et légèrement gras comme le bleu de Prusse. Etendu sur un papier et chauffé, il perd peu à peu son eau constituante, il se décolore, tourne au vert, et finit par se changer en oxide noir. Quoiqu'inaltérable dans son état de sécheresse, ils s'obscurcit, se décompose lentement sous l'eau, perd de son volume et devient oxide noir : la lumière du soleil accélère cette décomposition. Cent parties de ce composé distillées donnent vingt-quatre parties d'eau et en laissent soixante-quinze d'oxide : ces vingt-quatre parties d'eau, jetées sur l'oxide au sortir de la cornue, le mouillent sans le faire repasser à l'état bleu primitif. Il est dissoluble dans tous les acides sans effervescence; il devient sel au *minimum* d'acide dans les dissolutions des sels cuivreux au *maximum*; il se dissout dans la potasse caustique et dans le carbonate de potasse; il dégage l'ammoniaque du muriate ammoniacal humide avec lequel on le broie : il se dissout facilement dans l'ammoniaque. Les cendres bleues ne sont que de l'hidrate de cuivre obtenu par la chaux : ce composé existe vraisemblablement dans les mines

bleues de cemétal. M. Proust conclut de toutes ces propriétés, que le précipité dont il est ici question est un composé de l'oxide de cuivre avec de l'eau dépouillée de son calorique spécifique, comme elle l'est toutes les fois qu'elle s'élève, suivant la propre expression de l'auteur, de l'état de simple mélange à celui de combinaison. Les principes et les raisons de cette conclusion étaient fondés sur trois faits principaux; savoir, 1°. que M. Proust n'a point trouvé d'autre oxide de cuivre que celui à 0.20 d'oxigène; 2°. que l'eau jetée sur cet oxide ne fait que le mouiller sans changer sa nuance noirâtre; 3°. que cet oxide ne prend de couleur bleue ou verte que dans une combinaison quelconque : il est bien évident qu'elle ne peut être admise que lorsqu'il sera bien prouvé qu'il n'y a en effet qu'un seul oxide de cuivre; que ce métal ne peut être qu'à ce seul état d'oxidation, de quelque composé qu'il fasse partie; que la couleur brune, bleue ou verte n'est point un indice de divers degrés d'oxidation, comme on l'avait cru jusqu'ici, mais bien celui de véritables combinaisons. Les doutes qu'il est encore permis d'avoir sur ces trois principaux résultats, et qui ne me paraissent pas levés par les expériences décrites dans le Mémoire de M. Proust, m'empêchent d'admettre entièrement son hidrate de cuivre, genre de combinaison d'un oxide métallique avec l'eau, qui n'est encore analogue à aucun autre composé connu, et dont la terminaison en *ate*, proposée par le professeur de Ségovie, rappellerait peut-être trop, quand son existence serait prouvée, un rapport trop direct avec les composés des acides puissans. Cet objet mérite donc encore d'être repris et examiné avec beaucoup de soin par les chimistes; car si leurs recherches ultérieures s'accordent avec celles de M. Proust, elles méritent d'être suivies pour la plupart des autres substances métalliques qui doivent offrir des combinaisons analogues.

69. L'acide muriatique attaque le cuivre et le dissout, quand il est concentré et à l'aide de la chaleur; il se produit une

faible effervescence et un léger dégagement de gaz hidrogène pendant cette dissolution : comme elle ne peut avoir lieu qu'à l'aide du feu, il se volatilise une portion d'acide muriatique en gaz ; et les premiers physiciens qui ont examiné les fluides élastiques produits pendant ses diverses dissolutions métalliques, n'ont indiqué que ce gaz. L'eau est cependant décomposée ; et le cuivre paraît être plus oxidé ou au moins amené à un autre état que par l'action des acides sulfurique et nitrique, puisqu'il passe au vert, tandis qu'il est bleu dans ces deux dernières combinaisons. On obtient ainsi une dissolution d'un vert magnifique, qui la distingue de celle du sulfate et du nitrate de cuivre : on l'obtient sur-le-champ sans mouvement, sans chaleur, sans effervescence, quand on jette de l'oxide de cuivre vert ou bleu dans l'acide muriatique, même un peu étendu d'eau. En évaporant cette dissolution muriatique de cuivre, elle donne, quand elle est épaissie et lorsqu'on la laisse refroidir lentement, des cristaux prismatiques carrés alongés, ou de petites aiguilles longues, serrées les unes à côté des autres en faisceaux confus, d'un vert de pré très-brillant et très-gai. Ce sel est très-âcre et caustique ; il se fond à une chaleur douce ; il se prend en masse en refroidissant : on ne le décompose et on n'en dégage l'acide muriatique qu'à l'aide d'un feu très-fort et long-temps continué. Il attire fortement l'humidité de l'air, et devient promptement comme une huile épaisse. Il n'est point altérable par les acides sulfurique et nitrique. Il fume très-abondamment quand on l'approche de la vapeur ammoniacale. Les réactifs alcalins le décomposent et en précipitent un oxide d'un blanc bleu qui devient vert à l'air. La chaux lui conserve sa première nuance, et forme avec lui une belle cendre bleue. L'ammoniaque le redissout en une liqueur bleue un peu moins brillante cependant qu'elle ne le fait avec le sulfate et le nitrate de cuivre. Plusieurs métaux, sur-tout le zinc et le fer, en précipitent le cuivre à l'état métallique. Les dissolutions sulfurique et nitrique de

la plupart des métaux blancs forment, avec sa dissolution, des sulfate et nitrate de cuivre et des muriates métalliques blancs indissolubles.

70. A ces faits généralement reconnus sur le muriate de cuivre par tous les chimistes qui s'en sont occupés, je dois ajouter les dernières observations de M. Proust. Après avoir purifié et cristallisé le sel par l'alcool, il l'a décomposé par la potasse et le nitrate d'argent : la première lui a indiqué la proportion d'oxide ; le second, celle de l'acide muriatique. Il y a trouvé 40 parties d'oxide noir de cuivre, 24 d'acide, et 36 d'eau. On peut, suivant lui, distiller ce sel à sec sans lui faire éprouver d'altération ; mais, en forçant le feu, une partie de son acide passe en acide muriatique oxigéné ; le cuivre est ramené de 0.25 d'oxidation à 0.17, et forme un muriate blanc particulier. D'après cette seule observation du professeur de Ségovie, ne peut-on pas croire, contre son propre avis, que le cuivre est susceptible de plusieurs degrés d'oxidation ; que c'est à cela qu'est dû l'acide muriatique oxigéné que l'on obtient dans l'expérience qu'il cite ; et que si le métal se désoxide dans ce cas, il y a lieu de croire qu'il présente le même phénomène dans plusieurs autres circonstances? Le muriate de cuivre, traité avec un peu de potasse, donne un précipité vert de muriate au *minimum* d'acide ; si cet alcali prédomine, on obtient l'oxide bleu que M. Proust nomme *hidrate* de cuivre, Ce métal, traité par l'acide nitro-muriatique, fournit spontanément, en poudre verte, un muriate au *minimum* d'acide qui contient, suivant ce chimiste, 79 parties d'oxide noir, 12 $\frac{1}{2}$ d'acide muriatique, et 8 $\frac{1}{2}$ d'eau. A cette occasion, il donne l'analyse de deux muriates de cuivre natifs, l'un du Chili et l'autre du Pérou : le premier contient oxide noir 76, acide 10, eau 12 ; le second, 70 d'oxide, 11 d'acide, et 18 d'eau : ils se comportent au feu et par la potasse, en différente quantité, comme le muriate de cuivre artificiel.

71. L'acide muriatique oxigéné oxide le cuivre, le dissout

sans effervescence, et forme un sel vert semblable au précédent. On ne connaît pas de combinaison entre l'acide muriatique oxigéné et l'oxide de cuivre ou de muriate suroxigéné de cuivre ; et, au contraire, on remarque qu'en distillant de l'acide muriatique ordinaire sur de l'oxide de cuivre vert, il se dégage par l'action du feu de l'acide muriatique oxigéné, comme je l'ai fait observer dans l'histoire du sable cuivreux du Pérou, qui, par la distillation et à mesure que l'acide muriatique oxigéné s'en dégage, laisse un oxide de cuivre brun ou très-rapproché de l'état métallique. Cette observation a été confirmée depuis par M. Proust.

72. L'acide phosphorique n'est point décomposé par le cuivre ; mais lorsqu'il séjourne quelque temps sur ce métal, il en favorise l'oxidation par l'eau ou par l'air, et il se forme ainsi un phosphate de cuivre peu dissoluble. On obtient sur-le-champ ce sel en versant dans la plupart des sels précédens des dissolutions de phosphates alcalins. Il se fait alors une double décomposition ; l'acide phosphorique se porte sur l'oxide de cuivre, avec lequel il constitue un précipité de phosphate cuivreux verdâtre presque indissoluble. On n'a point encore examiné les propriétés de ce sel : on sait seulement que chauffé avec du charbon dans un creuset, il donne du phosphure de cuivre gris brillant, et que c'est cette combinaison qu'on trouve souvent en grenailles dans le résidu de la distillation du phosphore, quand on l'a faite avec de l'acide phosphorique évaporé dans des vaisseaux de ce métal, comme je l'ai déja annoncé plus haut. On ne connaît pas non plus le phosphite de cuivre.

73. L'acide fluorique oxide facilement et dissout le cuivre ; son oxidation a lieu ici comme par l'acide muriatique, à l'aide de l'eau qui se décompose et qui lui cède son oxigène. On n'a point encore examiné les propriétés de cette combinaison. Il en est de même de celle qu'il est susceptible de former avec l'acide boracique ; on obtient plus particulièrement

cette dernière en versant des dissolutions de borates dans celles de cuivre par la plupart des acides précédens. Il se fait un précipité verdâtre, extrêmement peu dissoluble, que tous les acides décomposent, et auquel ils enlèvent l'oxide de cuivre.

74. L'acide carbonique n'a point d'action sur le cuivre, ni dans son état de gaz, ni dans son état liquide. Cependant il est absorbé promptement par les oxides bleu ou vert de ce métal; et c'est ce qui arrive dans l'oxidation naturelle du cuivre, dans la formation du vert-de-gris, qui n'est que du carbonate de cuivre, dans celle du vert de montagne, du cuivre soyeux, de la malachite, qui sont le même sel en différens états de rapprochement, de densité, de cristallisation, etc. On voit aussi avec quelle rapidité cette même union a lieu dans la précipitation des différens sels de cuivre par les carbonates alcalins, et combien d'acide carbonique absorbe l'oxide de cuivre, puisque quand il se précipite il ne se fait pas d'effervescence. L'analyse des carbonates de cuivre natifs prouve qu'ils contiennent plus d'acide carbonique que la plupart des autres sels métalliques formés par le même acide. M. Proust a trouvé que cent parties de cuivre dissoutes dans un acide donnaient par le carbonate de potasse ou de soude cent quatre-vingts parties de carbonate de cuivre vert, qui contenaient cent de cuivre, vingt-cinq d'oxigène, quarante-six d'acide carbonique et dix d'eau. Pour préparer ce sel d'une couleur brillante et homogène, il faut le précipiter avec l'eau bouillante, placer le vase au soleil, et le laver avec beaucoup de soin. Le carbonate de cuivre natif est formé des mêmes proportions que le carbonate artificiel.

75. Les acides métalliques ont une action plus ou moins marquée sur le cuivre. Schéele a décrit celle de l'acide arsenique d'une manière assez exacte. En faisant digérer cet acide avec de l'eau sur du cuivre, il se fait une dissolution verte; il s'y précipite une poudre d'un blanc bleuâtre formée d'acide arsenique et d'oxide de cuivre. Une partie de limaille de

cuivre chauffée dans une cornue avec deux parties d'acide arsenique sec se fondent facilement ; il se sublime de l'acide arsenieux au col de ce vaisseau ; il reste une masse fondue, bleue, soluble dans l'eau qui en précipite une poudre blanche. Les arseniates alcalins précipitent en bleu toutes les autres dissolutions de cuivre. Cet arseniate de cuivre se fond dans un creuset à un grand feu en une scorie brune qui, chauffée avec du charbon, donne de l'arsenic sublimé et du cuivre pur. L'arsenite de potasse, que Macquer nommait *foie d'arsenic*, versé dans une dissolution de sulfate de cuivre, forme un précipité d'un vert très-riche, que Schéele a proposé pour la peinture, parce qu'il ne change point à l'air ; on le nomme *vert de Schéele.* C'est un véritable *arsenite de cuivre.* Voici les doses que le chimiste suédois a recommandées pour cette préparation utile : une livre et demie de sulfate de cuivre dissous à chaud dans seize pintes d'eau ; verser peu à peu cette dissolution chaude dans une autre dissolution également chaude d'une livre et demie de potasse et de dix onces d'acide arsenieux dans cinq pintes d'eau ; agiter le mélange, le laisser reposer quelques heures, décanter la liqueur claire de dessus le précipité vert qu'elle a formé, laver bien le précipité indissoluble avec de l'eau chaude, le sécher ensuite à une douce chaleur et le conserver pour l'usage : on en a, par les doses indiquées, près d'une livre deux onces. Il faut jeter les eaux décantées de cette opération loin des lieux où vivent les animaux, parce qu'elles contiennent de l'arsenic en dissolution.

76. L'acide tunstique ne se combine au cuivre que quand il est oxidé ; il précipite le sulfate de cuivre en blanc ; on ne connaît pas la combinaison de l'acide molybdique. Le citoyen Vauquelin, dans sa découverte du chrome et de l'acide chromique, a trouvé qu'il précipitait le nitrate de cuivre en rouge marron, couleur du chromate de ce métal.

I. *Action sur les bases salifiables et les sels.*

77. Il n'y a d'autre action et d'autre union entre les terres et le cuivre que celle qu'on obtient par la fusion vitreuse ; il se forme un verre le plus souvent de couleur verte brillante ; quelquefois il est d'un rouge marron ou brun plus ou moins brillant : cela dépend uniquement de l'état de l'oxide que l'on prend pour cette vitrification. C'est presque toujours pour obtenir différentes nuances de vert qu'on l'emploie dans les manufactures de porcelaine, de faïence, de diverses poteries, de verres de couleur.

78. Les alcalis fixes dissous dans l'eau et mis en digestion avec la limaille de cuivre, puis laissés refroidir sur ce métal, favorisent son oxidation ; ils se teignent légèrement en bleu, et le cuivre prend lui-même cette couleur ; mais il ne s'en dissout que très-peu, et à peine peut-on en trouver la trace dans les liqueurs surnageantes ; elles laissent d'ailleurs déposer promptement la petite portion d'oxide de cuivre qu'elles tiennent en dissolution. On remarque dans ces opérations que le contact de l'air contribue pour beaucoup à l'oxidation du métal ; elle est très-faible et à peine a-t-elle lieu dans des vaisseaux fermés.

79. L'ammoniaque est de toutes les matières alcalines celle qui présente l'action la plus marquée sur le cuivre. Tous les chimistes ont remarqué et décrit depuis long-temps cette action. Mise en digestion avec la limaille de ce métal, l'ammoniaque liquide se colore, à l'aide du contact de l'air, en un bleu brillant de la plus belle nuance. Elle ne dissout cependant qu'une très-petite quantité d'oxide cuivreux. J'ai observé les phénomènes de cette oxidation et de cette dissolution pendant un an. Ayant dans un petit flacon de l'ammoniaque liquide sur de la limaille de cuivre, et ayant souvent débouché le vase pour donner de temps en temps à la liqueur le

contact de l'air, j'ai vu qu'au bout de quelques mois, et après que la liqueur eut pris une couleur bleue brillante à plusieurs reprises successives, la surface du métal était recouverte d'un oxide bleu; les parois du vase étaient enduites d'un oxide de cuivre bleu pâle, et sa partie inférieure, où était encore la plus grande partie du cuivre en limaille, offrait, sous la couche légère de bleue qui le couvrait, une poudre brune claire dont la surface était jaunâtre : en sorte que le métal paraissait être ou dans deux états d'oxidation ou un oxide combiné et altéré de deux manières différentes. J'ai reconnu que si la liqueur se décolorait dans le flacon fermé, ce qui ne va cependant jamais jusqu'à la rendre blanche et sans couleur, cela était dû à la précipitation d'une partie de l'oxide de cuivre; et que si elle reprenait une teinte plus foncée à l'air, c'est parce qu'elle en absorbait une portion d'oxigène : le cuivre devenait dissoluble dans l'ammoniaque, et prenait par cette dissolution la belle couleur bleue qui le caractérise. Sans l'alternative de donner et de refuser le contact de l'air à cette liqueur, et quand en la prenant dans un état donné de coloration on l'enferme dans un vase qu'elle remplit complétement, elle ne perd rien de sa nuance et se conserve absolument dans le même état où on l'a prise. C'est ce qui est arrivé dans l'expérience où M. Wasserberg a mis cette dissolution bleue claire dans un tube soufflé en boule, qu'il en a entièrement rempli et qu'il a bouché à la lampe; en neuf mois de temps cette liqueur n'a éprouvé aucun changement de couleur : on en voit la raison d'après ce que j'ai exposé.

80. En évaporant lentement la dissolution ammoniacale de cuivre, la plus grande partie de l'ammoniaque se sépare sous la forme de gaz; une petite partie seulement reste fixée avec l'oxide de cuivre, et plusieurs chimistes disent qu'elle peut fournir des cristaux transparens d'un beau bleu, semblables à l'azur natif de cuivre; mais il y a une grande

différence entre ces deux corps ; et quelques chimistes modernes assurent que la dissolution ammoniacale du cuivre pur ne cristallise jamais, que l'on a confondu les mélanges de sels acides cuivreux précipités et redissous par l'ammoniaque, qui fournissent réellement des cristaux de sels triples. Et en effet, cette dissolution pure, exposée à l'air, se dessèche et devient d'un vert plus ou moins brillant, à mesure que l'ammoniaque dissipée laisse l'oxide isolé qui absorbe peu à peu l'acide carbonique atmosphérique. Cette même dissolution cuivreuse ammoniacale, la plus chargée qu'il est possible, ne laisse que quelques vestiges d'un précipité gris bleuâtre par les acides ; et ceux-ci, pour peu qu'ils soient excédens, font disparaître toute la belle couleur bleue, et lui en donnent une verte très-pâle.

81. L'oxide de cuivre vert, mis en contact avec de l'ammoniaque, passe sur-le-champ au bleu. Cette action, qu'on a cru être un commencement de désoxidation, et qui pourrait n'être qu'une simple union de l'ammoniaque, est beaucoup plus forte et va plus loin lorsqu'on emploie la chaleur. Alors il se dégage du gaz azote ; l'hidrogène de l'ammoniaque se porte sur l'oxigène de l'oxide et forme avec lui de l'eau ; l'oxide passe au brun, et même à la fin à l'état entièrement métallique. Le citoyen Berthollet s'est servi de cette expérience pour trouver la nature de l'ammoniaque et pour déterminer la proportion de ces principes par celle de l'azote dégagé en gaz.

82. Quoique le cuivre contracte aisément de la rouille et du vert-de-gris par les dissolutions des matières salines qui le recouvrent et où il plonge, il n'a cependant qu'une très-faible action sur la plupart des sels. Il ne décompose point les sulfates à froid ni à chaud. Laissé, et sur-tout bouilli avec la dissolution d'alun, il s'oxide et se dissout en partie à raison de l'acide sulfurique excédant que ce sel contient. Il paraît d'ailleurs que le sulfate de cuivre qui se forme dans ce cas,

s'unit en sel triple au sulfate d'alumine et de potasse, comme il s'unit aux sulfates de zinc et de fer également en sels triples. C'est pour cela que l'alumine, précipitée de l'alun, dont la dissolution a séjourné quelque temps dans des vaisseaux de cuivre, a une légère teinte de bleu.

83. Les nitrates, et spécialement celui de potasse ou le nitre commun, brûlent le cuivre, l'oxident, mais sans inflammation ni détonation sensibles; il n'y a que de légères scintillations quand le cuivre est fondu et rouge, ou bien quand on jette le cuivre en limaille fine sur du nitre en fusion dans un creuset. Il se forme par ce procédé un oxide de cuivre brun mêlé de potasse; quand on le lave avec de l'eau, l'alcali est dissous et il ne reste que de l'oxide de cuivre pur, qu'on prépare ainsi pour quelques arts, et notamment pour la fabrication des émaux. Cette espèce d'oxide se fond facilement en verre brun ou marron.

84. On assure, dans beaucoup de livres de chimie, que la dissolution de muriate de soude dissout du cuivre par l'ébullition; Heller a même calculé que huit onces de sel avaient dissous vingt grains de cuivre; Wallerius a remarqué que ce métal, fondu avec le muriate de soude et exposé ensuite à l'air, se couvrait promptement de vert-de-gris: et tout le monde sait que du sel gardé quelque temps et humecté dans des vaisseaux de cuivre, les couvre de vert-de-gris avec beaucoup de facilité; mais cet effet est dû à l'eau et à l'air plutôt qu'au sel, et celui-ci ne paraît pas recevoir d'altération dans ses principes.

Le muriate d'ammoniaque est décomposé par le cuivre à l'aide de la chaleur; il se dégage du gaz hidrogène et du gaz ammoniaque: pour produit, il reste un muriate de cuivre. L'ammoniaque liquide qui en fait aussi partie, en raison de l'eau contenue dans le sel, est toujours colorée en bleu, en raison d'un peu d'oxide de cuivre qu'elle entraîne. La dissolution de muriate d'ammoniaque agit aussi sur le cuivre, et elle se colore en bleu toutes les fois qu'on la laisse séjourner dans

des vaisseaux de ce métal. L'oxide de cuivre décompose également, par la distillation, le muriate d'ammoniaque, et donne même du carbonate d'ammoniaque, s'il contenait de l'acide carbonique.

On fait en pharmacie deux préparations avec le muriate ammoniacal et le cuivre. L'une, portant le nom d'*ens veneris* ou de *fleurs ammoniacales cuivreuses*, n'est autre chose que ce sel coloré par un peu de muriate de cuivre. Pour l'obtenir, on sublime du muriate d'ammoniaque avec à peu près un soixantième de son poids d'oxide de cuivre vert dans deux terrines posées l'une sur l'autre, ou dans un chapiteau de verre qui recouvre un pot de terre : il n'y a, comme on voit, que très-peu de muriate ammoniacal décomposé, et celui qui se sublime entraîne avec lui le peu de muriate de cuivre formé. L'autre préparation pharmaceutique est nommée *eau céleste*, à cause de sa belle couleur bleue. On laisse séjourner, pendant dix à douze heures, une quantité quelconque d'eau de chaux avec le sixième de son poids de muriate d'ammoniaque, dans une bassine de cuivre. Le peu d'ammoniaque dégagé par la chaux dissout quelques parcelles de cuivre, et colore toute la liqueur de la couleur bleue dont cette dissolution est constamment nuancée. On peut faire l'eau céleste dans un vase de verre, en ajoutant un peu de limaille ou de copeau de cuivre, ou même d'oxide de ce métal, à l'eau de chaux et au muriate d'ammoniaque.

85. Le muriate suroxigéné de potasse brûle très-promptement et enflamme même le cuivre sans l'allumer, à la vérité, par le choc, mais seulement par le contact d'un corps embrasé, et sur-tout du charbon rouge.

Les phosphates, les fluates, les borates et les carbonates n'ont d'autre action sur le cuivre que par l'eau dans laquelle ils sont dissous; et cette action, comme beaucoup de celles qui ont été décrites jusqu'ici, est aidée singulièrement par le contact de l'air.

K. *Usages.*

86. Il n'y a point de métal qui soit plus utile que le cuivre après le fer auquel il cède, et dont il n'a pas toutes les propriétés et tous les états variables. Tout le monde sait qu'on fait une multitude d'instrumens et d'ustensiles avec le cuivre. Les vases qui vont au feu en sont sur-tout fabriqués, parce qu'il s'altère beaucoup moins que le fer, et parce qu'il est en même temps beaucoup plus facile à travailler. Ses alliages avec le zinc et l'étain sont employés pour un grand nombre de besoins des arts et de la vie. Malheureusement ce métal, dont on ne peut pas se passer, agit comme poison sur l'économie animale; et c'est un des corps qui menacent le plus notre existence. Il serait fort à desirer qu'on le proscrivît au moins dans les usages économiques et domestiques. Déja des lois sages l'ont défendu dans la vente du sel, du lait et de plusieurs alimens; mais il sera bien difficile de substituer les vases de fer battu, comme on l'a proposé, aux vases de cuisine en cuivre. Les fontaines, les réservoirs, les tuyaux, les robinets, faits avec ce métal ou ses alliages, ne sont pas moins dangereux que les casseroles, et souvent même ils sont plus pernicieux, parce qu'on ne les soigne pas autant qu'on le fait à l'égard des vaisseaux qu'on voit tout entiers, d'un seul coup-d'œil, et qui servent plusieurs fois par jour. On ne saurait prendre trop de soin, d'attention et de prudence dans l'usage de tous les ustensiles de cuivre. On verra par la suite que ses oxides sont extrêmement susceptibles de se dissoudre dans les graisses, les huiles et la plupart des corps gras qui servent aux apprêts de nos alimens. Un étamage fréquent est le plus sûr rempart contre ce terrible ennemi. A plus forte raison doit-on entièrement l'exiler de la matière médicale interne, et ne peut-on jamais se permettre de l'employer à l'intérieur du corps. On doit même ne l'appliquer

à l'extérieur que dans des circonstances rares, et ne le laisser séjourner que très-peu de temps sur la peau et en topique, lorsqu'il est indiqué, soit comme léger cathérétique, soit comme dessiccatif.

87. Malgré les dangers du cuivre, si redoutables et si connus, on a proposé et quelques médecins emploient plusieurs préparations cuivreuses à l'intérieur, sur-tout le sulfate de cuivre, l'oxide de cuivre ammoniacal, les fleurs ammoniacales cuivreuses : on a même été jusqu'à leur attribuer des propriétés très-énergiques et des succès presque merveilleux dans les maladies les plus difficiles à guérir, comme le cancer, la paralysie, les tumeurs intérieures, la dysphagie, etc. néanmoins, les médecins les plus sages et les plus prudens redoutent avec raison l'emploi de ces remèdes, toujours dangereux et si rarement utiles ; ils ne les prescrivent, à l'extérieur même, qu'avec la plus grande circonspection.

88. Outre les usages si variés et si multipliés du cuivre sous la forme métallique, on emploie plusieurs mines et plusieurs préparations de ce métal dans un grand nombre d'arts. Les sulfures pyriteux servent à la fabrication du sulfate de cuivre, par leur efflorescence spontanée et leur lixiviation ; on le fabrique encore en brûlant un mélange de soufre et de cuivre. On taille, on polit les malachites pour les bijous ; on allie sans cesse le cuivre avec le zinc et l'étain, pour fabriquer le laiton, couler des statues, des cloches, des pièces d'artillerie, etc. Ses divers sels et oxides entrent dans la préparation des couleurs pour les peintres ; des bains, des apprêts et des mordans pour la teinture ; des émaux, des couvertes pour les poteries et les porcelaines, des verres colorés.

ARTICLE XX.

De l'argent.

A. *Histoire.*

1. Les quatre derniers métaux qui viennent d'être examinés appartiennent au quatrième genre de ces corps, à ceux qui sont en même temps et bien ductiles et facilement oxidables ; les trois derniers, dont il me reste à faire l'histoire, forment le cinquième et dernier genre de ces corps, par leurs propriétés éminemment ductiles et difficilement oxidables : aussi, à raison de ces deux caractères qu'ils réunissent à un très-grand degré, les a-t-on toujours distingués de toutes les autres matières métalliques par l'expression de *métaux parfaits.* Les alchimistes s'en sont formé des idées fort singulières. Ils les regardaient comme les substances les plus métallisées, comme les derniers et les plus parfaits termes de la métallisation, comme les métaux sur lesquels la nature avait épuisé tous ses efforts, versé en quelque sorte toute sa puissance, après l'avoir essayée sur toutes les substances métalliques précédentes : aussi, dans leur art toujours chimérique, quoique toujours rempli d'espérances, ils prétendaient imiter la nature en perfectionnant, par des travaux soutenus et longs, les métaux imparfaits ; en leur ajoutant, d'une part, ce qui leur manquait, et en leur ôtant l'espèce d'âcre ou de corps étrangers qu'ils avaient de trop ; en les mûrissant, en quelque manière, par leur incubation philosophique.

2. L'argent, connu des peuples anciens, et dont la découverte, pour son époque, a échappé même à la mémoire des hommes, est devenu de très-bonne heure, par sa rareté, sa beauté et toutes ses utiles propriétés, l'objet des recherches et

des travaux d'un grand nombre d'artistes et de savans. Il n'est pas étonnant que des hommes qui savaient faire prendre tant de formes diverses aux substances métalliques, et qui imitaient si souvent dans des alliages la blancheur et quelques-unes des propriétés de l'argent, aient eu depuis un temps très-reculé l'idée de créer par l'art ce métal précieux. En le comparant aux autres métaux blancs, il leur semblait qu'il n'en différait que par quelques qualités qu'il ne devait pas être impossible de procurer à ceux-là. De là l'antiquité de l'idée de la transmutation des métaux blancs en argent, et tous les travaux auxquels les alchimistes se sont livrés sur ce métal lui-même. Non découragés par leurs premières tentatives infructueuses, à mesure que ce métal précieux est devenu parmi les hommes le représentant de tous les autres objets, de toutes les productions de l'industrie, et même de celles du génie, les alchimistes ont redoublé d'efforts; et si leurs expériences et leurs laborieuses recherches n'ont point eu le succès qu'ils en attendaient, elles n'ont pas été à pure perte. C'est du sein de tous ces essais malheureux entassés par des travaux séculaires, que les chimistes ont tiré les faits qu'ils ont employés à son histoire, et ils n'ont eu, pour ainsi dire, d'autre travail à faire que de ranger dans un ordre méthodique, et de décrire clairement les phénomènes que ce métal avait présentés dans les tortures de tout genre auxquelles les chimistes l'avaient soumis.

3. Tandis que les alchimistes, en nommant l'argent *Lune* ou *Diane*, le qualifiaient, par le signe même qu'ils lui consacraient, comme une sorte de demi-or, qu'ils le représentaient par deux lignes demi-circulaires accolées dans le même sens, les cornes tournées à gauche; de manière qu'il suffisait de retourner la courbe intérieure et de l'unir à l'extérieure pour en faire la figure circulaire, signe caractéristique de l'or, dont ils le croyaient réellement très-voisin, puisqu'il ne fallait que développer une de ses parties pour le faire passer à cet état

d'or, dernier terme de la perfection métallique ; les artistes docimastiques et métallurgistes, plus sages et plus utiles, travaillaient sans relâche à purifier l'argent, à le séparer complétement d'avec tous les autres métaux, à le bien connaître dans son état de pureté, à l'extraire sans perte du grand nombre de minéraux dans lesquels la nature l'a placé, à l'allier avec d'autres métaux pour y ajouter quelques propriétés utiles, et pour faire participer ces métaux à quelques-unes de ses bonnes qualités. Leurs importans travaux, suivis d'un succès qui a multiplié l'argent dans la société, et qui en a étendu les nombreux usages, n'ont pas moins servi aux chimistes pour construire le système de leur science. Les opérations pharmaceutiques elles-mêmes, quoique bien moins nombreuses sur l'argent que sur tous les autres métaux précédens, ont servi à augmenter les connaissances chimiques sur ce métal ; et c'est de cet ensemble de travaux que s'est formée peu à peu l'histoire de ce métal important.

4. L'argent a occupé en particulier un grand nombre de chimistes. Henckel, Cramer, Lehman, Kunckel, Hellot, Tillet, etc., l'ont considéré comme essayeurs ou métallurgistes ; Bergman en a examiné avec soin les mines par l'analyse à voie humide ; Lewis en a fait un traité particulier, spécialement sous le rapport de ses usages dans les arts. La chimie pneumatique française en a singulièrement éclairé les propriétés : c'est par son secours que Van-Marum a trouvé le moyen de le brûler à l'aide de l'étincelle électrique foudroyante, qu'on a déterminé son oxidation au foyer des miroirs ardens, timidement entrevue et annoncée par Homberg et Macquer ; c'est elle qui a expliqué sa difficile combustion et sa réduction facile, qui a fait découvrir au citoyen Berthollet la singulière et presque étonnante préparation de l'argent fulminant. Tandis que ses propriétés ont été bien mieux connues et bien mieux expliquées qu'elles ne l'avaient jamais été, elles ont également servi à agrandir le domaine de la science et la doctrine pneumatique.

B. *Propriétés physiques.*

5. L'argent est d'une belle couleur blanche et d'un brillant extrêmement vif. Soit bruni, soit mat, ce métal est le plus beau que l'on connaisse, et il l'emporte même sur l'or par cette propriété, au moins pour la plupart des hommes. Il plaît en général beaucoup plus que toute autre substance métallique. Il n'y a aucun métal qui approche de son éclat; il ne tient que le cinquième rang parmi les métaux pour la densité, et la pesanteur spécifique; il vient après le platine, l'or, le tungstène, le mercure et le plomb. Sa pesanteur est représentée par 10.474, suivant le citoyen Guyton. Muschenbroëck l'estimait depuis 11.091 dans un des échantillons les plus denses, jusqu'à 10.253 dans un des plus légers; et Boerhaave depuis 10.535 jusqu'à 11.087. Ces différences du *minimum* au *maximum* dépendent de l'état de fusion et de celui d'argent forgé.

Sa dureté l'a fait placer entre le fer et l'or; elle augmente par l'action du marteau ou par la pression. Son élasticité est assez grande, et il occupe par cette propriété le rang entre l'or et le cuivre. Il est un des plus sonores et fait entendre un son très-aigu, quand on le frappe; aussi ai-je fait remarquer dans l'histoire des alliages du cuivre qu'on l'ajoutait quelquefois au métal de cloches.

6. La ductilité de l'argent est une de ses propriétés les plus marquées; il vient immédiatement après l'or et le platine. On en fait des feuilles si minces que le vent les emporte facilement, et des fils d'une finesse extrême : aussi se sert-on de l'exemple de l'argent en physique pour prouver la divisibilité de la matière. Un grain d'argent peut être assez étendu et cependant assez ferme pour faire un vase hémisphérique qui tient une once d'eau, et un fil de quatre cents pieds de longueur. C'est sur cette extensibilité étonnante qu'est fondé l'art du batteur d'or et d'argent. Il tient le second rang après

l'or pour la ténacité ou la résistance à se briser. Un fil de ce métal, d'un dixième de pouce de diamètre, soutient un poids de 270 livres avant de se rompre. Ce fil s'alonge beaucoup avant de se briser. L'argent s'écrouit par tous les genres de pression ; mais il reprend facilement toute sa première ductilité par l'action du feu ou par le recuit.

7. L'argent est très-bon conducteur du calorique, et s'échauffe très-promptement. Sa dilatabilité par le feu est un peu moindre que celle du plomb et de l'étain, et plus grande que celle du fer. Quand l'argent a été dilaté par la chaleur, et quand on le pousse au feu jusqu'à le faire rougir à blanc ou jusqu'à l'incandescence, il se ramollit et coule. Sa fusibilité a été estimée par Mortimer au millième degré du thermomètre de Fahrenheit. Le citoyen Guyton l'estime à 23 degrés du pyromètre de Weedgvood. Quand l'argent est fondu, si on le laisse refroidir lentement, il offre à sa surface des réseaux et des feuilles de fougère qui annoncent une cristallisabilité bien prononcée. Je l'ai vu bien des fois présenter à la surface des boutons de coupelle, des tranches hexaèdres. On trouve, en le cassant, un tissu grenu qui tient à la même propriété. Mongez le jeune et Tillet sont parvenus, en faisant écouler d'une grande masse d'argent fondu une portion liquide, à l'obtenir cristallisé en pyramides quadrangulaires ou en octaèdres, et il affecte la même forme dans la nature, comme je le ferai voir plus bas.

8. Quand l'argent est fondu, si on augmente la quantité du calorique, ou si on le chauffe davantage, il bouillonne ou bout véritablement, et se réduit en vapeur : c'est pour cela qu'on trouve de l'argent condensé en grains ou en espèces de rognons dans les cheminées des monnoies ou des orfèvres. Quand l'argent est bien fondu, sa surface est si brillante par la lumière qu'elle réfléchit, qu'on croit en voir sortir des étincelles ; aussi nomme-t-on ce phénomène l'*éclair* ou *coruscation* dans l'art de l'essayeur. On voit l'argent s'élever en

vapeur, en bouillonnant et en s'agitant d'un mouvement circulaire, quand on le tient quelque temps fondu au foyer d'un verre ardent. Si l'on expose à cette vapeur une lame d'or, elle est promptement recouverte d'une couche d'argent mat que l'on peut brunir par la pression. Le citoyen Darcet, ayant exposé de l'argent pur dans des creusets de porcelaine au feu de la manufacture de Sèvres, a constamment remarqué qu'à cette forte chaleur le métal se dilatait et se boursouflait avec tant de force que les creusets étaient brisés.

9. L'argent est très-bon conducteur de l'électricité et du galvanisme, et il réussit très-bien dans l'un et l'autre de ces deux genres d'expériences. Il n'a ni odeur ni saveur sensibles; il ne produit non plus aucun effet sur l'économie animale; et s'il ne peut pas être regardé comme dangereux pour la santé, il doit également être compté au nombre des substances parfaitement inertes, et ne jouissant d'aucune propriété médicamenteuse.

C. *Histoire naturelle.*

10. La nature n'offre point l'argent ni aussi abondamment, ni dans autant de lieux, ni en aussi grandes masses que la plupart des autres substances métalliques. Le nombre des espèces même qu'on peut distinguer parmi les mines de ce métal, est infiniment plus borné que celui qu'on doit reconnaître dans la plus grande partie des autres métaux. Les minéralogistes qui ont encore compté ici ses variétés pour des espèces, ont commis de plus une autre erreur : c'est d'avoir suivi de trop près les erremens et la manière de voir des mineurs. Ceux-ci regardant comme mines d'argent toutes les mines qui peuvent fournir ce métal précieux, de quelque nature qu'elles soient, ils ont qualifié de ce nom de véritables mines de cobalt, de zinc, de plomb, etc. : de là vient que leurs ouvrages très-volumineux renferment beaucoup de doubles

emplois, en obscurcissant d'ailleurs l'histoire naturelle de l'argent.

11. Bien convaincu de cette source d'erreurs, j'ai adopté cinq espèces seulement de mines d'argent bien différentes l'une de l'autre, telles qu'elles ont été désignées dans l'esquisse de minéralogie par le citoyen Haüy; et je distingue avec lui,

A. L'argent natif;

B. L'argent antimonié;

C. Le sulfure d'argent: ces trois premières contenant l'argent à l'état métallique;

D. Le sulfure d'oxide d'argent et d'antimoine;

E. Enfin le muriate d'argent. Je vais suivre cette division des cinq mines d'argent, à laquelle quelques prétendues espèces se rapporteront comme variétés. Ces cinq espèces n'offrent point d'oxide d'argent isolé.

12. *L'argent natif*, reconnaissable à sa couleur, à sa ductilité, à sa pesanteur, est souvent terne, gris, noirâtre; mais la pression lui redonne son éclat. On y trouve beaucoup de variétés de forme; quelquefois en masses irrégulièrement arrondies ou en rognons, il est souvent en filets capillaires contournés, en lames, en réseaux comme des toiles d'araignée, en végétations, en octaèdres groupés, en feuilles de fougère, en cubes. Semé le plus souvent sur une gangue quartzeuse, on le trouve quelquefois dans des terres grasses. Il a aussi pour gangues d'autres mines, et sur-tout celles de cobalt. Il existe particulièrement au Pérou, au Mexique, dans l'intérieur de l'Afrique, à Konsberg en Norwège, à Johan Georgenstadt et à Ehreinfriedersdorf en Saxe, à Sainte-Marie, à Allemont en France. Quoique ce métal natif soit bien placé dans cette première espèce, il faut remarquer que l'argent n'y est pas bien pur, et qu'on pourrait en distinguer quelques variétés comme alliages. Souvent en effet l'argent natif contient de l'or, du cuivre en combinaison intime. Il ne faut pas, à la vérité, confondre avec cet alliage naturel le mélange d'argent avec

les molécules d'autres métaux; mélange qui n'est alors qu'accidentel, susceptible lui-même de beaucoup de modifications, et dont on ne peut pas faire de variétés en minéralogie.

13. L'*argent antimonié*, ou la mine d'argent blanche antimoniale de Romé-Delisle et de la plupart des minéralogistes, est fort semblable à l'argent natif par sa couleur et son éclat. Quoique sa couleur soit souvent altérée par une teinte jaunâtre ou rougeâtre, ou que sa surface soit recouverte d'une pellicule noirâtre et matte, la plus légère fracture fait reparaître son brillant, qui égale quelquefois celui de l'argent bruni. Sa structure lamelleuse et sa fragilité le distinguent de l'argent natif. Sa pesanteur spécifique, suivant le citoyen Haüy, est de 9.440. On le trouve en prismes cannelés qui se rapprochent de l'hexaèdre régulier. Quoique Deborn indique cette mine comme une combinaison d'argent, d'arsenic et d'un peu de fer, Bergman n'y a trouvé que de l'argent et un peu d'antimoine qu'il y croyait même accidentel. Le citoyen Vauquelin, en essayant un fragment au chalumeau, y a trouvé des indices d'antimoine, et a obtenu un culot d'argent pur ductile, qui formait plus des trois quarts de la totalité de la mine. Le citoyen Haüy a trouvé, d'après le calcul de la pesanteur spécifique de l'argent antimonié, et d'après celle de l'argent et de l'antimoine purs, que cette pesanteur indiquait à peu près quatre pour l'argent et un pour l'antimoine; et il paraît que ce rapport ne s'éloigne pas beaucoup de ce que la mine fournit par l'analyse. On voit bien que cette mine est encore une espèce d'alliage.

14. *Le sulfure d'argent* est ce que les minéralogistes ont nommé *mine d'argent vitreuse*. Elle est communément sous la forme du cube ou de l'octaèdre, soit entier, soit avec des facettes angulaires; il y a une variété en dodécaèdre à plans rhombes. Cette mine se laisse entamer et facilement couper au couteau. Sa couleur est ordinairement un gris noirâtre métallique, quelquefois brune, verdâtre ou jaunâtre. Elle se fond

facilement. A une chaleur douce, le soufre se dissipe sans fusion, et l'argent y prend, par le ramollissement simple, et sans couler, la forme de filets ou de végétations. On la trouve souvent mêlée avec d'autres mines d'argent. Elle donne depuis 70 jusqu'à 84 parties d'argent sur 100. Ce métal y est uni au soufre à l'état métallique ; quelquefois elle est mélangée d'argent natif qui s'en élève sous forme de dendrites, et parsemée d'argent rouge.

15. *Le sulfure d'oxide d'argent et d'antimoine* est la mine d'argent rouge, ou simplement l'*argent rouge* des minéralogistes. Cette mine est d'un rouge foncé, quelquefois transparent, quelquefois presque opaque, souvent brillant comme de l'acier à sa surface. Sa forme primitive est le dodécaèdre rhomboïdal qui produit plusieurs variétés par les lois de décroissement. On la trouve dans presque tous les lieux où l'argent est abondant, mais sur-tout à Freyberg en Saxe, etc. Elle a été long-temps regardée comme de l'argent minéralisé par l'arsenic, et même comme un véritable arseniate de potasse : Bergman en a même donné les proportions. M. Klaproth est le premier chimiste qui ait annoncé, d'après une analyse plus exacte, qu'elle contenait du soufre et de l'antimoine uni à l'argent. Le citoyen Vauquelin a repris ce travail, et il a donné, dans le journal des mines (n°. 17. Pluviôse an 4), une analyse très-exacte et très-bien faite de ce minéral. Il a fait voir qu'il était formé de soufre, d'antimoine et d'argent, tous deux à l'état d'oxides, qu'il ne contenait pas d'acide sulfurique, comme M. Klaproth l'avait cru ; mais que cet acide se formait, soit à l'aide de la chaleur par l'union d'un peu d'oxigène des métaux avec le soufre, soit par la combustion d'une petite quantité de ce dernier à l'aide de l'acide nitrique employé dans cette analyse. Il l'a traité par l'acide nitrique, qui en a dissous l'argent sans dégagement d'acide nitreux ; ensuite par l'acide muriatique qui a dissous l'antimoine, et laissé le soufre séparé. Il l'a aussi traité par la potasse caustique en

dissolution ; celle-ci en a dissous la portion antimoniée avec un peu de soufre. Il résulte de son analyse que l'argent rouge est formé d'argent 0.54 à 0.57, d'antimoine 0.15 à 0.16, de soufre 0.15 à 0.17, et d'oxigène environ 0.12. Il contient quelquefois un peu d'arsenic, qui ne va pas à plus de 0.02. Chacun des métaux composans cette mine a été obtenu dans l'état métallique en particulier. L'auteur conclut de son travail que l'argent rouge est une combinaison quadruple d'argent, d'antimoine, de soufre et d'oxigène ; que l'oxide d'antimoine y est à l'état voisin de celui de kermès, qu'il lui manque cependant un peu d'oxigène pour le rendre bien dissoluble dans les alçalis, où il ne le devient qu'à la faveur de celui que l'argent lui fournit ; que, dans ce dernier cas, il devient noir, opaque et capable de donner du gaz nitreux avec l'acide nitrique ; que quelquefois l'argent rouge est naturellement à cet état de moindre oxidation, opaque et dissoluble, avec dégagement de gaz nitreux dans cet acide. Il tire encore cette conclusion générale importante : c'est que les sulfures métalliques sont opaques, striés et métalliformes quoique cassans, et que les oxides métalliques sulfurés sont transparens, comme vitreux, et que les différentes nuances que ces composés présentent depuis la diaphanéité parfaite jusqu'à l'opacité entière, tiennent immédiatement aux quantités variées d'oxigène auquel ces corps sont unis. On voit que le citoyen Vauquelin a porté plus de précision et de clarté dans l'histoire chimique de ce minéral, que M. Klaproth, auteur de la première découverte de la nature de cette mine, n'en avait mis.

La mine d'argent noire n'est, suivant Lehman et le citoyen Haüy, qu'une variété ou une sorte de dépendance du sulfure d'oxide d'argent et d'antimoine, une sorte d'état moyen entre l'argent rouge et le sulfure d'argent. L'argent noir est souvent encore une décomposition du *cuivre gris argentifère.*

16. Le muriate d'argent, nommé *argent corné*, mine d'argent cornée par la plupart des minéralogistes, est la dernière mine de ce métal distinguée par le citoyen Haüy. Il est en masses irrégulières ou en cubes très-rares, d'un gris presque toujours opaque, quelquefois demi-transparent. On le trouve d'un gris jaune, quelquefois brunâtre ou rosé. Il est mou, facile à broyer, se coupe au couteau, se fond à la flamme d'une bougie. Sa poussière est blanchâtre, mais il devient bientôt brun et noir par le contact de la lumière. Il présente d'ailleurs toutes les propriétés du muriate d'argent artificiel. Souvent on le trouve rempli de filets ou de morceaux irréguliers d'argent natif. Tous les minéralogistes depuis Cronstedt sont d'accord sur sa nature. M. Voulf y a trouvé un peu de sulfate d'argent; mais comme celui-ci est toujours mêlé au muriate d'argent, on ne doit pas en faire une espèce ni même une variété distinctes.

17. A ces cinq espèces, qui sont les seules mines d'argent bien distinctes et bien caractérisées qu'on doive admettre, on peut ajouter comme appendices, sur-tout sous le rapport de la docimasie et de la métallurgie, toutes ces mines étrangères à sa propre nature, qui ne contiennent que peu d'argent, et auxquelles, à cause de l'espèce de prérogative ou de prééminence que ce métal, ainsi que l'or, a depuis long-temps parmi les hommes, on a souvent donné le nom de *mines d'argent*, quoique, d'après les principes établis dans la science chimique, on ait dû les rapporter à d'autres métaux. Telles sont la *mine d'argent grise*, la mine d'argent *figurée en épis*, etc., qui n'est que le cuivre gris argentifère; *la mine d'argent blanche*, dénomination fort équivoque, comme le remarque le citoyen Haüy, appliquée à plusieurs substances différentes, telles que l'argent antimonié, le cobalt arsenié, le fer arsenié, le cuivre gris, tous trois argentifères; *la mine d'argent grise antimoniale*, qui n'est que le sulfure d'antimoine argentifère; *la mine d'argent en plumes*, qui appartient au même sulfure d'antimoine; *la*

mine d'argent zinqueuse de Wallerius, qui est du sulfure de zinc argentifère ; *la mine d'argent merde d'oie*, qui n'est qu'une mine de cobalt en décomposition, mêlée d'argent ; *la mine d'argent molle* de Wallerius, ou argent natif semé dans des terres ; le *nigrillo* des Espagnols, variété de la mine d'argent noire indiquée dans l'histoire de l'argent rouge ; les pyrites argentifères qui appartiennent à divers sulfures métalliques où l'argent est accidentellement disséminé.

D. *Essais et travaux métallurgiques.*

18. L'essai des mines d'argent est un des plus intéressans que l'on puisse faire, à cause du prix de ce métal. Il doit varier suivant la nature diverse de ses mines. Si c'est de l'argent natif, après l'avoir pilé et lavé, on peut broyer ce métal avec du mercure coulant qui dissout l'argent, par une forte trituration ; on exprime cette amalgame pour en séparer la portion de mercure excédente ; on distille ensuite l'amalgame, on la chauffe dans un creuset pour volatiliser le mercure : l'argent reste pur. La mine d'argent antimonié et le sulfure d'argent doivent être grillés fortement pour en séparer l'antimoine et le soufre : on les fond ensuite avec une quantité proportionnée de flux alcalin ; on peut traiter à peu près de la même manière l'oxide d'argent antimonié et sulfuré, ainsi que l'argent rouge dont le soufre et l'antimoine sont enlevés par l'alcali, et dont l'argent isolé se fond.

19. Dans tous ces cas l'argent n'est pas pur ; et comme il est très-important de l'avoir dans cet état, on emploie un procédé qui fait la principale base de l'essai de ce métal, parce qu'il en sépare les métaux étrangers, le cuivre, le fer, etc. et parce qu'il le laisse parfaitement isolé et seul. Ce procédé est fondé sur la propriété dont jouit le plomb de s'oxider et d'entraîner dans son oxidation et la vitrification qui en est la suite, les métaux étrangers à l'argent, tandis que celui-ci n'éprouve

nulle altération. Pour le mettre en pratique on se sert d'un vaisseau plat, fait comme une petite coupe, et qu'on appelle coupelle. Ce vase est fabriqué avec de la poudre d'os calcinés, détrempée dans l'eau et frappée dans un moule de cuivre. Cette matière poreuse absorbe avec beaucoup de facilité l'oxide de plomb vitrifié. On place sur le bassin de la coupelle l'argent qu'on veut purifier et coupeller, renfermé dans une lame de plomb pesant ordinairement le double du poids de l'argent. Ce vaisseau est introduit sous une espèce de four de terre, soutenu sur des barres de fer dans le milieu d'un fourneau carré, qu'on nomme fourneau de coupelle. Les charbons allumés entourent la mouffle sans pénétrer dans son intérieur, parce qu'elle n'est percée que vers son fond et sur ses côtés; ce qui ne permet point à la matière combustible de tomber dans cette espèce de four. Ses parois minces sont bientôt échauffées et même rougies. Le plomb et l'argent placés dans la coupelle se fondent et forment un alliage fluide, qui, par la continuité et l'énergie du feu, laisse peu à peu oxider, volatiliser et vitrifier le plomb. On dirige le feu de manière que la matière fondue ne soit pas trop rouge, que le plomb ne se sublime point trop rapidement, ou ne passe pas trop vîte dans la coupelle: car dans ce cas il n'enlève point exactement tous les métaux oxidables contenus dans l'argent; on veille aussi à ce qu'il ne soit pas trop peu chauffé, pour qu'il ne reste pas une partie du plomb combiné avec ce métal. Pour cela on met des charbons allumés au-devant de l'ouverture de la mouffle pour l'échauffer également par-tout. En considérant avec attention ce qui se passe dans le bassin de la coupelle, on voit l'alliage s'agiter, tourner à sa surface, présenter des espèces de gouttelettes ou de taches d'une autre nuance de rouge qui vont toujours en diminuant à mesure que les métaux oxidables se subliment ou pénètrent dans les pores de la coupelle. Quand l'opération approche de sa fin, l'argent pur qui commence à se montrer, brille dans quelques points d'un éclat plus vif

que l'alliage ; la partie brillante s'étend du bord au centre ; enfin toute la surface de l'argent découverte présente, au moment où la dernière molécule du plomb s'en dégage, une espèce d'éclair que l'on nomme *coruscation*. Alors l'essai est fait. On retire peu à peu la coupelle du fond de la mouffle où on l'avait enfoncée, afin de l'approcher à mesure de la partie la moins chaude, et cependant de ne la pas refroidir subitement : car dans ce cas la surface du bouton d'argent se figeant subitement et se condensant beaucoup, comprime la portion encore liquide, et la chasse quelquefois avec explosion ; accident qui disperse une partie de ce métal en globules qu'on apperçoit sur le bassin, et qu'on nomme *coupelle hérissée* : en sorte qu'elle ne mérite pas beaucoup de confiance, et qu'on est obligé de recommencer l'essai. Il ne s'agit plus ensuite que de bien nettoyer le bouton quand il est rond et entier, de le brosser pour n'y laisser aucun corps étranger, et de le peser à des balances très-justes. Il n'est pas nécessaire de dire ici qu'on a également pesé d'abord avec beaucoup d'exactitude la portion d'argent qu'on a soumise à la coupellation. Pour savoir à quel titre était l'argent, ou combien de métaux étrangers l'oxidation et la vitrification lui a enlevés, on divise la masse qu'on en a prise en parties décimales ou centésimales, qui permettent d'apprécier les quantités les plus petites des alliages : car il est aisé de concevoir qu'on emploie l'opération de la coupelle sur de l'argent allié artificiellement, aussi bien que sur ce métal extrait de ses mines. On supposait, avant l'adoption des poids républicains et des nouvelles mesures, la quantité d'argent mis à coupeller, divisée en douze parties qu'on nommait *deniers* : si elle avait perdu un douzième de son poids, on disait que l'argent était à onze deniers. Après cette opération la coupelle chargée de verre de plomb, mêlée de cuivre ou de métal étranger qui existait dans l'argent, est très-lourde et ordinairement colorée en verdâtre par l'oxide cuivreux. Ces oxides y entraînent ordinairement un peu d'argent,

mais dont la petite quantité n'influe pas sur l'exactitude de l'essai et sur le titre du *bouton de retour :* c'est ainsi qu'on appelle l'argent obtenu par la coupellation. Quelque petite que soit cette quantité de fin, on ne la perd pas, et on sait la retrouver dans les laboratoires où l'on fait une grande suite de ces opérations. Pour cela on pulvérise toutes ces coupelles chargées de verre de plomb, et qu'on nomme *cendrées ;* on en réduit le métal à l'aide du flux réductif ; on passe ce plomb à une coupellation plus en grand, et on en extrait ainsi la plus grande partie de l'argent qu'elle contient. Pour être sûr de l'exactitude de l'essai, on a coutume aussi de coupeller en particulier le plomb qui y est employé ; et s'il donne un petit globule d'argent qu'on appelle *le témoin*, on a soin d'en défalquer le poids de celui du bouton de retour qu'on obtient. L'argent coupellé, bien séparé des métaux oxidables, peut contenir de l'or. On verra dans l'histoire de ce dernier métal comment on l'en sépare et on en détermine la proportion. Quelquefois on emploie du bismuth au lieu de plomb pour faire la coupellation ; il réussit aussi bien que ce dernier ; mais il n'y a que lui qui peut servir à cette opération : aucun autre métal ne peut remplacer l'un ou l'autre de ces métaux, très-fusibles, très-oxidables et très-vitrifiables. Tous les autres restent plus ou moins abondans avec l'argent, se boursouflent, décrépitent, forment des scories soulevées, des champignons, des végétations, et dispersent l'argent sur la coupelle.

20. Quelqu'exacts et quelque bien appropriés à la connaissance des mines d'argent que soient les divers procédés précédens par la voie sèche, ils ne suffisent pas pour des chimistes instruits, et ils ne peuvent jamais remplacer une véritable analyse de ces mines. Bergman, M. Klaproth, et le citoyen Vauquelin ont donné successivement de très-bonnes méthodes pour connaître les divers états de l'argent dans la nature, et pour en analyser les mines. Il faut faire cepen-

dant quelques corrections à ce que Bergman a consigné sur les essais exacts dans sa Dissertation sur la docimasie humide. L'argent natif contient de l'or ou du cuivre, ou ces deux métaux à la fois ; l'argent et le cuivre se dissolvent facilement dans l'acide nitrique ; l'or reste en poudre brune ou noire au fond de cet acide ; on précipite le cuivre par le moyen du fer : mais comme celui-ci sépare aussi une portion de l'argent, je conseille de précipiter ce dernier par le cuivre en le ramassant et le pesant avec soin ; ce qui manquera du poids de la mine essayée appartiendra au cuivre, moins la portion d'or, s'il s'en est précipité en poudre dans la dissolution.

21. L'argent antimonié est essayé et connu facilement, dans sa nature comme dans ses proportions, par l'acide nitrique qui dissout le premier métal et oxide le second en poudre blanche indissoluble dans cet acide, ou par l'acide nitro-muriatique qui, employé en suffisante quantité, dissout l'oxide d'antimoine qu'il forme, et laisse l'argent précipité en muriate d'argent. On peut aussi comparer l'action du chalumeau qui sublime tout l'antimoine en oxide blanc, et laisse l'argent pur et ductile. Je propose encore la détonation avec le nitre dans un vaisseau bien clos ; tout l'antimoine est oxidé, et l'argent se fond en se rassemblant au fond du creuset. Ce procédé peut convenir à plusieurs autres mines d'argent.

22. Le sulfure d'argent, bien pulvérisé, est traité par l'ébullition dans vingt-cinq fois son poids d'acide nitrique un peu affaibli. On le reprend plusieurs fois de suite, jusqu'à ce que tout l'argent soit dissous, et que le soufre reste pur au fond du dissolvant. On précipite l'argent par le muriate de soude : cent trente parties de précipité répondent assez exactement à cent de ce métal. La liqueur qui surnage contient les métaux étrangers à l'argent ; on les sépare par le prussiate de potasse ou par le carbonate de soude, ou à l'aide du fer ou du zinc. On pèse aussi le soufre à part. S'il contient un peu de gangue, on le traite par l'alcali, qui le dissout sans toucher aux terres lorsqu'on le prend un peu étendu d'eau.

23. On a vu plus haut comment le citoyen Vauquelin est parvenu à déterminer la nature et les proportions des principes de l'argent rouge, ou oxides d'argent et d'antimoine sulfurés. L'acide nitrique l'acide muriatique et l'alcali fixe sont les trois dissolvans qu'il a employés avec le plus de succès, le premier pour dissoudre l'argent, le second pour enlever l'oxide d'antimoine, et l'alcali pour assurer la présence du soufre. Bergman s'est trompé sur cette mine quand il l'a présentée comme contenant spécialement de l'arsenic. Sa méthode, illusoire à cet égard, ne doit donc pas être présentée ici. Je ne dois pas plus faire connaître ses procédés pour analyser les mines d'argent blanches, la mine sulfureuse antimoniée, parce que j'ai parlé de l'essai humide de ces mines à l'article du cuivre.

24. Quant au muriate d'argent, s'il est mêlé de sulfate d'argent on le traite par l'acide muriatique, qui décompose ce sel et qui en laisse l'acide sulfurique dissous ; on détermine la quantité de celui-ci par le nitrate ou le muriate de barite, et par le poids du sulfate indissoluble que l'on obtient. Le muriate d'argent est traité par deux ou trois fois son poids de carbonate de soude dans un creuset, ou à froid et à l'aide de la trituration par le carbonate d'ammoniaque, l'eau et le mercure : ce dernier procédé de Margraff fournit du muriate d'ammoniaque dissous, et une amalgame d'argent. J'en reparlerai plus bas en traitant du muriate d'argent factice, auquel le naturel ressemble dans toutes ses propriétés.

25. Il y a quelques ressemblances entre ce qui a été dit des essais de l'argent au feu et le traitement en grand des mines de ce métal. On suit trois méthodes générales d'extraire l'argent des minérais qui le contiennent. L'une consiste à les triturer par le mercure coulant dans des moulins construits exprès ; on lave bien l'amalgame qui en provient, pour en séparer toute la gangue terreuse ; on l'exprime à travers des peaux pour faire couler tout le mercure

encore liquide ; on la distille ensuite dans une cornue de fer. Ce procédé d'amalgamation est employé spécialement pour les minérais très-riches en argent natif : c'est ainsi que les Espagnols transportent leur mercure d'Almaden dans le Pérou pour en traiter les mines. Depuis quelques années, et par les soins du baron de Born, on l'a pratiqué sur plusieurs mines de Hongrie, en y ajoutant l'action de plusieurs autres matières propres à séparer en même temps les autres substances étrangères unies à l'argent ; mais ce procédé n'est pas encore assez perfectionné pour remplacer entièrement ceux auxquels on l'a substitué.

26. Les mines d'argent sulfuré sont grillées, et ensuite fondues avec du plomb pour être raffinées par la coupellation. C'est ce qu'on pratique pour les mines riches. Quant à celles qui ne contiennent que peu d'argent, on les fond, sans grillage préliminaire, avec des pyrites : il faut noter que ce sont presque toujours des cuivres gris ; il en résulte alors une espèce de matte qu'on nomme fonte crue ; on la traite par la liquation, et le plomb argentifère qui en provient est coupellé, pour en obtenir l'argent pur. La coupellation en grand, qui est presque toujours le dernier terme des opérations que l'on fait sur les mines de ce métal, diffère de celle qui se pratique en petit, en ce que sur le fond creusé en bassin d'un grand fourneau, et chargé de cendre poreuse qui peut recevoir et absorber une portion de l'oxide de plomb, l'alliage de ce métal et de l'argent est promptement et fortement scorifié par le vent des soufflets, qui, à mesure que le plomb est oxidé et vitrifié, chasse les petites écailles de cet oxide vers les voies de la litharge, comme je l'ai dit à l'article du plomb.

E. *Oxidabilité par l'air.*

27. L'argent pur, exposé à l'air, y reste sans altération sensible, excepté celle de son poli et de son brillant ; il devient moins vif et un peu terne à sa surface, mais sans s'oxider. Il ne faut pas confondre l'espèce d'enduit ou de couche bleue

foncée qui se forme sur les vieilles argenteries exposées long-temps au contact de plusieurs gaz mêlés à l'air, couche, qui, d'après l'examen qu'en a fait M. Proust, n'est que du sulfure d'argent. On a cru long-temps que l'argent était parfaitement indestructible par le contact de l'air, même à l'aide d'une chaleur très-forte, et c'était pour cela qu'on le rangeait parmi les métaux parfaits. Plusieurs chimistes, et spécialement Juncker, avaient avancé qu'en traitant l'argent par une réverbération longue, à la manière d'Isaac le hollandais, et dans un fourneau où la flamme fût circulante au-dessus du métal, l'argent finissait par se convertir en un oxide vitriforme. On a même ajouté, qu'uni au mercure et divisé par ce métal liquide, il s'oxidait par les procédés dont on a coutume de se servir pour convertir le mercure en oxide rouge; et cela n'est pas invraisemblable.

28. Beaucoup d'expériences faites depuis l'assertion de Juncker et par des procédés différens, ont prouvé que l'argent est réellement oxidable, mais seulement qu'il l'est beaucoup moins et beaucoup plus difficilement que les autres métaux. Macquer a remarqué le premier cette oxidation en soumettant de l'argent dans un creuset à la forte chaleur du four de Sèvres, pendant vingt fois de suite. A cette dernière fois, il y avait des traces bien sensibles d'oxidation, et une vitrification en une couleur olivâtre. Le même phénomène ou un phénomène analogue a été observé par le citoyen Darcet dans un creuset de porcelaine, où de l'argent avait été exposé à la même chaleur du fourneau de Sèvres; en même temps que ce métal s'est boursoufflé et a déchiré le creuset, la portion qui avait coulé au dehors de ses parois s'est oxidée et vitrifiée en jaune. Macquer n'a jamais manqué d'observer, en traitant de l'argent au foyer d'une lentille ardente, qu'après une longue incandescence, il se couvrait d'une poudre blanche qui formait un enduit d'une couleur verte sur le support de l'argent. Homberg, dans les premières expériences à la lentille de Tchirsnausen,

avait fait la même observation sur l'argent et sur l'or. On ne peut douter que ces faits n'indiquent une oxidation prononcée de l'argent, et qu'ils deviennent beaucoup plus forts et concluans, si on les rapproche des expériences nouvelles dont je vais rendre compte.

29. C'est au citoyen Van-Marum, qui a fait tant de recherches précieuses sur les effets de l'électricité avec la belle machine de Teyler, qu'est due la connaissance de la combustion et même de l'inflammation de l'argent : en faisant passer par un fil de ce métal une étincelle foudroyante, tout-à-coup le fil est réduit comme en poussière avec une flamme blanche un peu verdâtre, qui passe aussi rapidement que l'éclair, et l'oxide manifestement formé dans cette opération se dissipe en fumée. Si l'on fait la même opération en enfermant le fil ou en l'attachant sur un papier blanc, il s'y attache en une poussière très-fine, d'un gris verdâtre, si fine et si adhérente qu'elle ressemble à de la fumée, ou à un enduit léger qu'on ne peut plus enlever. Il est impossible de douter ici et de l'état d'oxidation de l'argent, puisqu'il a perdu toute sa forme métallique, et de sa combustibilité, puisque le phénomène est constamment accompagné de flamme. On peut attribuer cet effet, que ne produit point le feu ordinaire, quelque violent qu'il soit, à l'extrême division du métal par la secousse électrique, et à la haute température qui est produite par la commotion électrique dans le corps qui en est frappé. La chûte du tonnerre sur des fils d'argent et sur des meubles argentés fait naître absolument le même phénomène, et donne lieu aux mêmes résultats.

30. L'oxide d'argent formé par ces différens procédés, et qui est si difficile à obtenir est d'ailleurs extrêmement facile à réduire, et l'argent tient très-faiblement à l'oxigène. Quoique la présence de ce corps en augmente le poids, en change les propriétés, et sur-tout le rende âcre et caustique, il suffit d'exposer ces oxides gris verdâtres ou jaunâtres au contact

des rayons solaires, pour qu'ils se foncent en couleur, noircissent et se rapprochent de l'état métallique. En les chauffant dans des vaisseaux fermés et avec l'appareil pneumato-chimique, on en obtient du gaz oxigène pur, et on les convertit aisément en métal brillant et ductile en les faisant fondre dans un creuset.

F. *Union avec les corps combustibles.*

31. L'argent s'unit à presque tous les corps combustibles simples, excepté l'azote, l'hidrogène, le carbone et le diamant. L'hidrogène et le carbone décomposent promptement et facilement ses oxides, quelquefois même sans avoir besoin du secours de la chaleur : c'est ainsi que le gaz hidrogène reçu sur des papiers ou des taffetas imprégnés de dissolutions d'argent dans les acides, en sépare l'oxide à l'état métallique et brillant. Le carbone produit le même effet à la température rouge.

32. Pelletier a le premier fait connaître la combinaison de l'argent avec le phosphore. Une partie d'argent en limaille, traitée dans un creuset avec deux parties d'acide phosphorique vitreux, et une demi-partie de charbon, a donné, par la réduction de l'acide en phosphore et par son union avec le métal, un phosphure d'argent qui avait acquis un quart du poids primitif de l'argent, et qui était blanc, grenu, cristallin, cassant, susceptible d'être entamé par le couteau. En jetant du phosphore sur de l'argent rougi dans un creuset, le métal est entré sur-le-champ en fusion, et le phosphure formé est resté en fonte tranquille : mais au moment où il s'est figé à sa surface, il est sorti avec une sorte d'explosion une grande quantité de phosphore de la masse, et au même instant la surface du métal s'est couverte de mammelons. Pelletier a conclu de cette expérience que l'argent retenait plus de phosphore lorsqu'il était en fusion que dans l'état froid : le phénomène dé-

pend aussi du resserrement subit de l'argent sur lui-même. Suivant Pelletier, cent parties d'argent en fusion peuvent retenir vingt-cinq parties de phosphore ; quand il cesse d'être fluide, il n'en conserve que quinze parties. Le phosphure d'argent, chauffé au chalumeau, se fond et laisse exhaler le phosphore qui brûle à sa surface. Le phosphore a la propriété de désoxider les oxides d'argent, et de les précipiter de ses dissolutions acides sous la forme de métal, comme je le dirai plus bas.

33. Le soufre s'unit facilement à l'argent par la voie sèche et par la voie humide. En stratifiant dans un creuset des lames d'argent avec du soufre, et en poussant promptement à la fonte, on obtient une masse violette foncée et presque noire, beaucoup plus fusible que le métal, cassante, cristallisée en aiguilles, une espèce de sulfure d'argent opaque, brillant, d'un aspect métallique, qu'on peut couper au couteau, et qui imite très-bien l'argent vitreux. Si on chauffe long-temps et assez fortement cette combinaison, le soufre s'en dégage peu à peu ; et quoique les dernières portions soient difficiles à en séparer, on obtient à la fin l'argent pur et ductile. Les sulfures alcalins dissolvent assez facilement l'argent pour que l'on puisse ensuite le dissoudre ; on l'en précipite à l'état d'argent sulfuré noir par les acides. L'argent se combine même avec le soufre par un long séjour dans des matières qui en contiennent, et qui le laissent déposer lentement : c'est ainsi que Macquer, ayant eu occasion d'examiner des plats d'argent qui avaient long-temps séjourné dans une fosse d'aisance de Compiègne, a trouvé le métal de ces plats cassant, lamelleux, comme minéralisé, et en a retiré une quantité notable de soufre. Tout le monde sait encore que l'argent est promptement coloré en jaune doré, en orangé, en violet et en bleu foncé presque noirâtre, par le contact du gaz hidrogène sulfuré. Cet effet a lieu spécialement quand on plonge des lames de ce métal dans de l'eau chargée de ce gaz, ou même dans le voisinage des

eaux sulfureuses naturelles : c'est ce qui arrive à l'argenterie par la vapeur des œufs durcis, des matières fécales corrompues, et par une foule de substances odorantes qui s'échappent même de nos alimens. Le soufre seul se dépose sur l'argent dans toutes ces circonstances, et il se forme à sa surface une petite couche de sulfure d'argent analogue à l'argent vitreux, qu'on ne peut en détacher que par la lime, par le frottement, ou par l'action d'un feu violent. On ne sait pas bien la différence qui existe entre l'oxide d'argent sulfuré artificiel et le sulfure d'argent.

34. Il n'y a presque aucune substance métallique qui ne soit susceptible de s'unir à l'argent et de former avec lui un alliage particulier ; et il n'y a cependant que très-peu de ces alliages utiles ou employés.

L'arsenic s'unit à l'argent, lui ôte sa ductilité : cet alliage est jaunâtre en dehors et gris obscur à l'intérieur ; en l'exposant au feu, l'arsenic se sublime et l'argent reste pur et ductile. Au lieu d'employer ce métal aigre, on évite, autant qu'on peut, le voisinage et le contact de l'arsenic avec l'argent.

On ne connaît point l'alliage du tungstène, du molybdène, du chrome, du titane, de l'urane et du manganèse avec l'argent.

Le cobalt ne s'unit que très-difficilement à l'argent. Quand on fond ces deux métaux dans un creuset, ils restent séparés l'un de l'autre, l'argent au dessous et le cobalt au-dessus, en raison de leur pesanteur spécifique. Gellert observe cependant qu'après avoir fondu deux parties de cobalt et une partie d'argent, celui-ci, séparé au fond du creuset, était devenu plus fragile et d'une couleur grise, tandis que le cobalt était plus blanc que de coutume : il paraît donc qu'il y a un peu d'union entre les deux métaux, et qu'il se fait un partage entre eux.

Le nickel ne s'unit point du tout à l'argent. Quand on

fond ces deux métaux dans un creuset, ils restent distincts, et on peut les séparer d'un coup de marteau; quelquefois ils se placent l'un à côté de l'autre, quoique leur pesanteur spécifique soit assez différente.

35. Le bismuth s'allie très-bien avec l'argent par la fusion; il en résulte un métal aigre, cassant, lamelleux, d'une couleur moyenne entre celle du bismuth et de l'antimoine, d'une pesanteur spécifique plus grande que la moyenne résultante de celle des deux métaux : ils adhèrent assez l'un à l'autre pour qu'on ne les sépare qu'avec difficulté. Quand on expose à un grand feu et au contact de l'air cet alliage, le bismuth s'oxide et se vitrifie en même temps qu'il se sublime en partie, de sorte qu'on peut l'employer comme le plomb à la coupellation de l'argent, pour lui enlever les métaux plus oxidables que lui. Il y a même des cas où les essayeurs préfèrent le bismuth au plomb, parce qu'il s'oxide plus vîte, passe plus facilement dans la coupelle. Dufay l'a proposé en 1727; et Pott a vérifié cet usage. La coupelle est colorée en jaune par cette matière métallique; il lui arrive souvent de se fendiller pendant l'opération. Quelques chimistes ont assuré que le bismuth coupellé seul laissait un petit bouton d'argent sur la coupelle; mais ce dernier métal y est si peu abondant qu'il paraît être véritablement inappréciable.

36. L'alliage de l'antimoine et de l'argent se fait très-bien par la fusion; il en résulte un métal spécifiquement plus pesant que le calcul de la pesanteur des deux métaux ne l'indique, peu ductile, et qui n'a aucune utilité. Les chimistes ont remarqué depuis long-temps que le sulfure d'antimoine était décomposé par l'argent; que ce métal s'unissait au soufre, tandis qu'une partie se combinait en même temps à l'antimoine. On nommait autrefois ce dernier *régule d'antimoine lunaire* dans les pharmacies.

37. Le mercure a beaucoup d'attraction pour l'argent. Dans les expériences du citoyen Guyton, l'argent tient immédiate-

ment le second rang après l'or, pour son adhérence avec ce métal liquide. Il l'a estimé à 429, l'or ayant 446, et l'étain 418; aussi s'unit-il très-facilement, et fait-on une amalgame, soit en triturant des feuilles ou de la limaille fine d'argent avec le mercure, soit en ajoutant à de l'argent rouge dans un creuset du mercure chauffé, soit en précipitant l'argent de ses dissolutions sous la forme métallique, et en le présentant alors au contact du mercure. L'amalgame d'argent a une consistance variée, suivant la proportion des deux métaux unis. Elle est, en général, blanche, matte, molle : elle est spécifiquement plus pesante que les deux métaux qui la forment ne l'indiquent par leur propre pesanteur; elle se précipite même au fond du mercure coulant. Cette propriété indique qu'il y a une forte pénétration entre ces deux métaux et une condensation réciproque; aussi s'échauffent-ils et se dilatent-ils d'abord au moment de leur combinaison. Quand on l'expose à une chaleur douce, et continuée quelque temps, elle se ramifie et se développe en espèces de végétations comme l'*arbre de Diane*, dont on parlera plus bas. On a même été jusqu'à dire que si on y ajoutait de l'or, l'extrémité des rameaux de cet arbre portait de petits boutons d'or qu'on a comparés aux pommes d'or du jardin des Hespérides; si, après l'avoir fondue, on la laisse refroidir lentement, elle se cristallise en feuillets lentiformes, ou en prismes carrés déterminés par des pyramides tétraèdres. Quoique l'action du feu en sépare le mercure, comme on le voit dans le traitement de quelques mines d'argent, les dernières portions de ce métal volatil sont très-difficiles à obtenir, et il semble que le mercure est un peu fixé par l'argent. Laissée long-temps à l'air, cette amalgame se durcit et devient beaucoup plus consistante qu'elle n'était. On assure, et cela n'est pas invraisemblable, que l'amalgame d'argent, chauffée avec le contact de l'air dans l'appareil où l'on traite le mercure pour le réduire en oxide, éprouve en même temps que lui la même oxidation, et que c'est un

moyen trouvé par les alchimistes d'oxider l'argent. Cette amalgame est fort employée pour l'argenture.

38. L'argent s'unit facilement à l'étain ; mais cet alliage, au lieu d'être utile, est regardé comme un des plus dangereux ; et il est si redouté par les orfèvres ou par tous ceux qui emploient et travaillent l'argent, qu'ils évitent même de fondre de l'étain et de faire toucher sa vapeur à l'argent, car il passe pour lui ôter toute sa ductilité. Quand on fond ces deux métaux ensemble, on obtient une masse fragile, d'un tissu semblable à celui des métaux cassans, qui ne s'aplatit que très-peu sous le marteau, en raison de sa dureté. En exposant cet alliage au feu de réverbère ou sous la mouffle du fourneau de coupelle, on obtient une végétation, une scorie oxidée qui ne se sépare que très-difficilement de l'argent, quoiqu'elle soit encore dissoluble dans le mercure. Il est extrêmement difficile et même presqu'impossible de purifier cet alliage par le plomb. Kraft et Muschenbroëck disent que l'étain augmente la fermeté ou la dureté de l'argent. Le dernier assure qu'un alliage de quatre parties d'argent et d'une d'étain est aussi dure que l'union du cuivre à l'étain ; qu'une plus grande proportion d'étain diminue bientôt la fermeté de l'argent ; que cet alliage offre dans sa cassure une surface granulée très-fine ; enfin, qu'une quantité encore plus considérable d'étain rend l'argent si aigre qu'il est très-difficile à limer et même à fondre. Il serait dangereux d'en conclure qu'il n'y a rien de bon ni d'utile à espérer de cet alliage d'argent et d'étain, puisque sa dureté, jointe à son peu d'altérabilité, peuvent le rendre précieux pour plusieurs usages.

39. Le plomb se combine très-facilement avec l'argent par la fusion : il favorise même singulièrement la fusibilité de l'argent, comme le prouvent les phénomènes de la coupellation. Kraft a trouvé que cet alliage était plus dense et plus pesant spécifiquement que ne l'indiquent les pesanteurs comparées des deux métaux unis. Muschenbroëck, qui a examiné

avec soin la plupart des alliages métalliques, a également traité et étudié celui de l'argent et du plomb. Il a tiré de ses expériences l'induction que le plomb diminuait beaucoup la force et la fermeté de l'argent : de sorte qu'il faut éviter de fabriquer ce genre d'alliage dans les arts. Au reste, il approche plus de la couleur du plomb que de celle de l'argent. Le plomb ne détruit pas comme l'étain la ductilité de l'argent ; mais il détruit sa propriété sonore. Le plomb a plus d'attraction pour le soufre que n'en a l'argent, et il décompose, à l'aide de la chaleur, le sulfure d'argent natif ou artificiel. On ne fait l'alliage de l'argent et du plomb que pour passer l'argent à la coupellation : c'est lui qu'on obtient en grand dans la liquation, comme on l'a déja dit.

40. Le fer s'allie facilement à l'argent. Selon Wallerius, un alliage de ces deux métaux, à parties égales, a presque la même couleur que l'argent ; il est plus dur, plus roide, assez ductile néanmoins, et attirable à l'aimant. L'acier se soude avec l'argent. Gellert observe, dans sa Table d'affinités entre les matières métalliques, que l'argent en a une plus forte pour le fer que pour le cuivre. Il est singulier qu'on n'ait point encore examiné avec beaucoup de soin cette espèce d'alliage, qui paraît être de nature à rendre beaucoup de services aux arts et à la société, soit en diminuant le prix de certains ustensiles, soit en communiquant à l'argent quelques propriétés qui paraissent susceptibles d'ajouter au mérite et aux bonnes qualités de ce métal précieux. Le citoyen Guyton, en fondant du fer et de l'argent avec son flux réductif au fourneau de Macquer, a obtenu deux boutons placés l'un à côté de l'autre, soudés fortement et bien distincts, et qui semblaient annoncer que les deux métaux ne sont pas susceptibles de s'unir.

41. Le cuivre est un des métaux avec lesquels l'argent s'allie le mieux ; et cet alliage est un des plus utiles. Le principal avantage qu'il donne est de communiquer à l'argent beaucoup

plus de dureté qu'il n'en a naturellement, et de le rendre conséquemment bien plus propre à la fabrication des vases, des ustensiles, des monnaies, etc. Cet alliage a plusieurs propriétés très-remarquables. La densité de l'argent est diminuée, quoique sa fermeté et sa dureté croissent; ce qui annonce que la somme des intervalles entre les molécules du mélange allié est plus grande que dans chacun des métaux en particulier, et que la dureté accrue dépend d'un autre arrangement des molécules de l'argent plutôt que de leur rapprochement, comme on aurait pu le penser, si l'expérience ne redressait pas à cet égard notre jugement. Le citoyen Haüy observe que dans l'alliage au titre du commerce, où le rapport de la quantité d'argent à celle du cuivre est de 137 à 7, la pesanteur spécifique est de 10.175; tandis que s'il n'y avait aucune dilatation entre les métaux alliés, elle serait de 10.301 : ce qui donne environ $\frac{1}{81}$ pour la quantité de cette dilatation dans l'alliage cité. Une seconde propriété bien remarquable de l'alliage de l'argent et du cuivre, c'est que le premier conserve sa couleur blanche, quoique contenant une quantité considérable de cuivre; en sorte que celui-ci est enveloppé de telle manière qu'il ne devient sensible que par des opérations chimiques plus ou moins compliquées. Newton, dont le génie a été frappé par cette singulière propriété qui existe plus ou moins prononcée dans la plupart des métaux blancs, a été conduit à conjecturer que les particules des métaux blancs avaient beaucoup plus de surface que les métaux jaunes ou rouges, qu'elles étaient en même temps très-opaques, qu'elles recouvraient le cuivre sans permettre à la couleur de ce métal de percer à travers la leur. L'alliage de l'argent avec le cuivre est déterminé dans ses proportions par des lois sévères chez toutes les nations policées, à cause de la facilité que la fraude a de forcer la proportion du cuivre, et pour maintenir la confiance dans le commerce. L'argenterie et les monnaies de chaque nation sont à des titres divers : ce titre a sur-tout, dans

la République française un mérite essentiel pour la perfection des arts et des calculs ; c'est qu'il répond aujourd'hui aux bases des poids et mesures, dont le type est pris dans la mesure de la terre, et qui, par cette invariabilité puisée dans la puissance et les lois de la nature, a sur toutes les mesures usitées jusqu'ici une prééminence qui les fera tôt ou tard adopter par tous les peuples éclairés.

G. *Action de l'eau et des oxides.*

42. Il n'y a aucune action entre l'argent et l'eau. A quelque température que l'on élève ces deux corps, et quelque long-temps qu'on les chauffe lorsqu'ils sont tous deux en contact, ils n'exercent l'un sur l'autre absolument aucune attraction, et il ne leur arrive aucun changement : aussi des vases d'argent séjournent-ils long-temps sous l'eau sans changer en aucune manière de propriété et de nature ; il n'y a que la couleur qui s'altère quelquefois, soit par les matières que l'eau peut tenir en dissolution, soit par le dépôt de celles qu'elle tient souvent suspendues. Cette nullité d'action entre l'eau et l'argent dépend entièrement du peu d'attraction qui existe entre ce métal et l'oxigène ; et puisque l'hidrogène décompose et réduit si facilement ses oxides, il est tout simple qu'il ne puisse point enlever à ce corps l'oxigène dont il est saturé.

43. La même raison fait qu'il n'éprouve aucune altération de la part des oxides métalliques, et qu'il ne leur en fait éprouver aucune : c'est au contraire son propre oxide qui cède son oxigène à la plupart des autres métaux, et particulièrement au cuivre, au fer, au mercure, au zinc, à l'antimoine, au manganèse, etc. Il en est quelques-uns qui partagent avec lui seulement la plus grande partie de son oxigène. De cette double action des métaux sur l'oxide d'argent dépend la précipitation de ce métal, soit pur à l'état brillant et métallique, soit en

partie oxidé, opérée dans ses dissolutions par les acides au moyen des différens métaux qu'on y plonge. On verra plus bas que telle est la cause de plusieurs phénomènes remarquables qui ont été autrefois regardés comme des espèces de miracles chimiques, et qui deviennent très-simples dans leur explication par la théorie que je viens d'exposer.

H. *Action des acides.*

44. Quoique le peu d'attraction que l'argent exerce sur l'oxigène rende ce métal beaucoup moins altérable et dissoluble par les acides que le plus grand nombre des métaux qui ont été décrits jusqu'ici, il est cependant infiniment distingué des deux suivans, par la manière dont ces corps brûlés agissent sur lui, et il est sensiblement plus altérable et plus dissoluble qu'eux.

L'acide sulfurique ne l'attaque point à froid ; mais en faisant bouillir trois ou quatre parties de cet acide concentré sur une partie d'argent en copeaux ou en limaille, il y a effervescence, dégagement abondant de gaz acide sulfureux, et le métal est changé en une masse ou poudre blanche qui se dissout entièrement dans l'eau aiguisée d'un peu d'acide sulfurique. Les chimistes ont comparé cette combinaison à celle du mercure avec le même acide, et il y a en effet quelques points de ressemblance entre ces deux phénomènes ; mais on n'observe jamais ici cette portion d'oxide indissoluble que le mercure présente. On obtient par le procédé indiqué une dissolution sans couleur de sulfate d'argent avec excès d'acide, très-âcre et très-caustique, qui fournit par l'évaporation de petits cristaux blancs et brillans sous la forme de prismes très-fins ou d'aiguilles. Si la dissolution est plus concentrée, elle dépose quelquefois à mesure qu'elle refroidit ; car il se produit beaucoup de chaleur pendant qu'elle a lieu, des cristaux en plaques ou lames assez larges, blanches, très-brillantes, qui,

m'ont paru être formées par la réunion de prismes tétraèdres comprimés.

45. Le sulfate d'argent est assez fixe au feu ; il se fond et se boursoufle ; il se décompose à une grande chaleur, se noircit, donne de l'acide sulfureux, du gaz oxigène, et se réduit en argent pur et ductile. Souvent les vases de verre où l'on fait cette opération se teignent d'une couleur jaune olivâtre. La lumière le colore, mais lentement, en brun ou en noir. Le phosphore très-divisé, le soufre brûlant le réduisent à froid ; le charbon rouge le décompose. Les acides, si l'on en excepte le muriatique qui en sépare et en enlève l'oxide d'argent, ne lui font point éprouver d'altération. Tous les alcalis caustiques et les terres alcalines le précipitent en oxide d'argent gris foncé ou brunâtre, sur-tout par le contact de la lumière : la chaux le précipite en gris verdâtre ; l'ammoniaque, après l'avoir précipité, le redissout ; les sels muriatiques, phosphoriques et fluoriques le précipitent aussi par une attraction double ; les carbonates y forment un précipité blanc de carbonate d'argent indissoluble. Tous les précipités de ce sel formés par les matières alcalines se réduisent dans des vaisseaux fermés à l'aide de la chaleur qui en dégage du gaz oxigène, et ramène l'oxide à l'état d'argent pur. Les sulfures alcalins, et même l'eau chargée d'hidrogène sulfuré, ainsi que le gaz hidrogène sulfuré, décomposent le sulfate d'argent, et forment dans sa dissolution un précipité noir de sulfure d'argent ; car l'oxide est réduit par l'hidrogène en même temps que l'argent s'unit au soufre.

46. L'acide sulfureux n'a aucune action sur l'argent ; mais son oxide s'y combine facilement. De brun qu'il est, après avoir été séparé de la dissolution nitrique par un alcali pur, il prend la forme de petits grains brillans, d'un gris de perle. Ce sulfite d'argent ne change point de couleur et de nature par le contact de la lumière. L'acide sulfureux précipite la dissolution nitrique de ce métal en une poudre blanche de sulfite

d'argent. On obtient le même sel sous la même forme avec le sulfite d'ammoniaque uni au nitrate d'argent. Un excès de ce sulfite le redissout et forme un sel triple. Ce sulfite d'ammoniaque et d'argent, exposé au soleil, se couvre d'une pellicule d'argent, et la liqueur contient ensuite du sulfate d'ammoniaque. L'acide sulfureux, aidé par l'attraction de l'ammoniaque, enlève donc l'oxigène à l'oxide d'argent. En mêlant de l'oxide d'argent à une dissolution de sulfite d'ammoniaque, il s'y dissout, et forme le même sel triple également décomposable par la lumière. Le muriate d'ammoniaque décompose le sulfite d'argent, et le précipité qui se forme alors est noir et en partie réduit : de sorte qu'il reste du sulfate d'ammoniaque dans la liqueur. Exposé seul et pur à la lumière, le sulfite d'argent y brunit sans se décomposer complétement ; chauffé au chalumeau sur un support de charbon, il exhale de l'acide sulfureux, se fond en une masse jaune, et laisse un bouton d'argent pur ; traité dans un tube de verre traversant un fourneau, il fournit un peu d'acide sulfureux, ensuite de l'acide sulfurique, et laisse pour résidu de l'argent réduit. La portion qui touche au verre s'y combine, et lui donne une couleur brune claire ou capucine. Quoique très-peu dissoluble dans l'eau, il y est rendu sensible par l'acide muriatique qui y forme un nuage blanc : il a une saveur âcre et métallique. Les alcalis caustiques le dissolvent et forment avec lui un sel triple, analogue au sulfite ammoniaco-d'argent qui vient d'être décrit. On voit qu'il ne peut pas y avoir de sulfite sulfuré d'argent.

47. L'acide nitrique a toujours passé pour le véritable dissolvant de l'argent. Et en effet, lorsqu'on plonge dans cet acide ni trop ni trop peu concentré, de l'argent en lames, en fils ou en grenailles, il s'établit promptement une effervescence. Si le vase est conique et très-haut, le gaz nitreux qui se dégage du fond se dissout dans l'acide et en colore la partie inférieure en vert ; on voit qu'il ne faut pas attribuer cette coloration à du

cuivre, lorsqu'elle disparaît : ce qu'elle fait au moment où la chaleur produite par l'effet de la dissolution ne permet plus au gaz nitreux de rester dissous dans la liqueur. Si au contraire la couleur verte est permanente et passe au bleu, si elle augmente à mesure que la dissolution avance, alors on doit en conclure qu'elle est due au cuivre; ce dont on se convainc en y versant un peu d'ammoniaque, qui augmente beaucoup l'intensité du bleu : cela n'arrive point avec de l'argent pur. Quand ce métal contient un peu d'or, ce qui arrive sur-tout dans de vieilles pièces d'argenterie, l'or n'étant pas sensiblement dissoluble dans l'acide nitrique en comparaison de l'argent, à mesure que celui-ci se dissout il se présente au fond de la liqueur une poussière noirâtre ou pourpre foncée, qui n'est que de l'or commençant à s'oxider, comme je le ferai voir ailleurs. C'est même sur la dissolublité de l'argent et l'indissolubilité de l'or qu'est fondé l'art de séparer ou départir ces deux métaux : voilà pour ce qui regarde les divers phénomènes dus à l'argent dans cette dissolution. Quant à ceux qui tiennent à l'acide nitrique, on voit qu'il est décomposé même à froid par l'argent, qui en sépare du gaz nitreux, qui en absorbe l'oxigène et qui se dissout à mesure dans une portion d'acide. Il est essentiel de prendre pour cela de l'acide nitrique très-pur; car si on se sert d'une *eau-forte* qui contienne des acides sulfurique ou muriatique, à mesure que l'argent se dissout dans le premier, il en est enlevé et précipité en une matière blanche plus ou moins épaisse et indissoluble par l'un ou l'autre des deux autres : aussi, pour être bien sûr de cet acide lorsqu'on fait des dissolutions d'argent, si nécessaires dans les laboratoires de chimie et dans ceux des arts, spécialement des monnaies, on n'y emploie que des *eaux-fortes précipitées*, c'est-à-dire de l'acide nitrique mêlé d'abord avec du nitrate d'argent, et séparé du précipité, qui forme sur-tout l'acide muriatique par une distillation faite avec soin. L'acide nitrique dissout plus de la moitié de son poids d'argent.

48. La dissolution nitrique d'argent est un liquide blanc,

très-lourd, d'une énorme causticité, qui colore l'épiderme et le teint d'abord en rouge pourpre, ensuite en noir, ainsi que les ongles, les cheveux, et toutes les substances animales; qui employé en quantité un peu plus grande ou plus concentrée que pour les colorer simplement, les ramollit, les désorganise, les dissout en les décomposant: aussi quand on s'en sert pour teindre les cheveux, il faut y porter la plus sérieuse attention et la plus grande prudence. Elle a une saveur austère, astringente, très-amère, quand elle est suffisamment étendue d'eau pour n'être plus caustique. C'est sur cette dissolution qu'on a fait le plus grand nombre d'expériences et de découvertes en chimie relativement à l'argent; aussi c'est la partie de son histoire qui présente et le plus de détails et le plus d'intérêt. En évaporant la dissolution nitrique d'argent, qui peut être saturée d'oxide d'argent sans contenir un excès d'acide au moins très-sensible jusqu'à ce qu'elle forme une pellicule légère à sa surface et en la laissant ensuite refroidir lentement, elle dépose des cristaux en lames plates plus ou moins larges, transparentes, brillantes, souvent comme métalliques à leur surface quand la liqueur est exposée aux rayons du soleil pendant sa cristallisation, dont la forme n'a point encore été exactement déterminée: ces lames représentent tantôt des hexaèdres, tantôt des carrés, et tantôt des triangles placés obliquement, et non à plat les uns sur les autres; elles paraissent cependant formée par la réunion de petits prismes très-fins, serrés les uns contre les autres. La saveur de ces cristaux de nitrate d'argent est si amère, qu'on l'a nommée *fiel des métaux*. Ils se conservent long-temps sous cette forme, et ne sont pas déliquescens, comme quelques auteurs l'ont avancé.

49. Le nitrate d'argent cristallisé, exposé à la lumière du soleil, y noircit peu à peu, et se change même dans quelques points en petites lames brillantes et métalliques d'un brun vif, et qu'on ne peut méconnaître pour de l'argent réduit. Chauffé dans un creuset, il se fond promptement en un liquide brun

qui se boursoufle et se gonfle en perdant de l'eau de cristallisation ; ensuite, à une chaleur douce il reste en fonte tranquille. Si on le laisse refroidir dans cet état de fusion, il se prend en une masse grise foncée ou noirâtre : en le coulant dans une lingotière de fer ou de cuivre, ou plutôt dans un moule formé de plusieurs petits tuyaux cylindriques verticaux, bien graissés ou huilés auparavant, on obtient des cylindres ou crayons noirâtres en dehors, présentant des aiguilles rayonnées dans leur cassure, et qu'on emploie en chirurgie sous le nom barbare de *pierre infernale*, à cause de leur causticité. Pour préparer ce médicament, on ne se donne pas la peine dans les pharmacies de faire cristalliser la dissolution nitrique d'argent ; on l'évapore à siccité ; on fond ensuite le résidu dans une timbale ou gobelet d'argent, et on le coule dans le moule. Le gobelet qui sert de creuset est lui-même employé, à la fin, à la dissolution de ce métal. Il ne faut pas chauffer trop long-temps le nitrate d'argent qu'on veut couler en *pierre infernale*, laquelle n'est que ce sel privé de son eau de cristallisation, et formant une masse cohérente et solide ; car si on le tient un peu au-delà de sa fusion au feu, et sur-tout si on augmente inconsidérément la chaleur, il se décompose et se réduit en argent : on y trouve toujours dans le fond des globules de ce métal. Quand on chauffe du nitrate d'argent dans une cornue à l'appareil pneumato-chimique, on retire du gaz nitreux, du gaz oxigène très-pur d'abord, mêlé ensuite de gaz azote, et l'argent se trouve réduit pur et bien ductile au fond de la cornue. J'ai plusieurs fois vu dans cette opération le verre des cornues et des matras qui y servaient, coloré en un brun marron très-beau, et j'ai attribué cet effet à l'oxide de manganèse uni à un peu d'oxide d'argent qui avait pénétré le verre fondu ou ramolli ; car beaucoup d'autres faits m'ont montré l'oxide d'argent pur et seul, se vitrifiant en couleur verte d'olive. Quand on met une lame de nitrate d'argent bien sec sur un charbon allumé, il y a une détonation assez brillante sans que le nitrate se fonde et perde

sa forme : c'est une scintillation qui parcourt toute la surface du sel ; et quand elle est finie on trouve sur le charbon une couche d'argent mat très-blanc, qui adhère à ce corps et prend le poli vif ou le bruni propre à ce métal quand on le frotte avec un corps dur, même quand on y passe l'ongle en appuyant. La couche de charbon solide sur laquelle il adhère est entièrement et richement argentée par le simple procédé. Boerhaave nommait cette réduction de nitrate d'argent sur le charbon allumé, *argent ardent.*

5o. Le nitrate d'argent qui est bien dissoluble dans l'eau, est réductible par le gaz hidrogène et par le phosphore même sous la forme liquide. C'est ainsi que dans les expériences de madame Fulham, en exposant des taffetas et des papiers couverts de dissolution nitrique d'argent au contact du gaz hidrogène, il y a eu réduction du métal et argenture de la partie de ces tissus qui était imprégnée de la dissolution. On voit ici l'effet de l'attraction de l'hidrogène beaucoup plus forte pour l'oxigène que celle que l'argent a pour ce principe. Plus de quinze ans avant les essais de la dame anglaise, les chimistes français Sage et Bullion avaient découvert que le phosphore trempé dans une dissolution de nitrate d'argent, y réduisait peu à peu le métal, et que celui-ci, précipité sur le cylindre du phosphore, y formait un tuyau métallique brillant, qui le recouvrait et l'enveloppait entièrement. Ce tube d'argent peut en être séparé en le plongeant dans l'eau bouillante, qui fond le phosphore ; et il a toute la ductilité, la solidité et la ténacité de l'argent pur. Il n'y a donc de nouveau, dans le travail de madame Fulham, que le mode même et la variété des procédés qu'elle a mis en usage pour présenter différens corps combustibles divisés aux dissolutions métalliques. Je reviendrai encore sur cet objet en parlant de l'or : le charbon ne réduit pas de même et à froid la dissolution nitrique d'argent. Il est vraisemblable qu'on obtiendra quelque jour cette réduction par le gaz hidrogène carboné. Le soufre ne l'opère que lors-

qu'on expose cette dissolution à sa vapeur quand il brûle, et sur-tout au contact du gaz hidrogène sulfuré. Dans ce dernier cas, il se produit, d'une part, un sulfure d'argent noir et pulvérulent; de l'autre, une pellicule brillante et métallique d'argent. Le même effet est produit par l'eau qui tient de l'hidrogène sulfuré en dissolution, et par le contact du gaz hidrogène phosphoré.

51. Plusieurs acides agissent d'une manière très-marquée sur la dissolution de nitrate d'argent; l'acide sulfurique la décompose et en précipite du sulfate d'argent en poudre blanche lourde et divisée. L'acide sulfureux y forme aussi un précipité de sulfite qui noircit à la lumière. L'acide muriatique donne, quand on le verse dans cette dissolution, un précipité blanc si abondant et si peu dissoluble, qu'il se dépose promptement en flocons lourds et épais qu'on a depuis long-temps comparés à du *caillé* ou *coagulum de fromage;* c'est du muriate d'argent, dont je reparlerai plus bas. L'acide muriatique oxigéné précipite également la dissolution de nitrate d'argent. L'acide phosphorique y forme aussi un phosphate d'argent blanc et indissoluble; l'acide fluorique produit un effet semblable.

52. Toutes les matières terreuses et alcalines, en décomposant le nitrate d'argent, séparent de sa dissolution un oxide qui, de blanc qu'il est d'abord, passe bientôt à une couleur verte d'olive; tandis que les mêmes alcalis unis à l'acide carbonique le précipitent en blanc, qui ne change pas de même de couleur. L'ammoniaque n'y occasionne que très-peu de précipité, qu'il redissout même quand on en ajoute en excès: il se produit dans ce cas un sel triple ammoniaco-d'argent. En général, l'oxide de ce métal est si dissoluble dans l'ammoniaque, qui lui donne une couleur fauve brunâtre, que l'on peut s'en servir avec le plus grand succès pour séparer cet oxide de ceux de plusieurs autres métaux. Il y a d'ailleurs une action très-marquée entre cet oxide et l'ammoniaque; et cette action, qui tend et qui parvient à décomposer ces deux corps

l'un par l'autre, donne naissance à une préparation très-singulière par sa nature et ses propriétés, qui a été découverte par le citoyen Berthollet, et qu'il a publiée, sous le nom d'*argent fulminant*, à la fin de 1788.

53. Pour obtenir l'argent fulminant ou l'oxide d'argent ammoniacal, on précipite le nitrate d'argent bien pur et sans mélange de cuivre par l'eau de chaux ; on place ce précipité brunâtre sur du papier gris, qui absorbe toute l'eau et le nitrate calcaire. Dans cet état, on jette dessus de l'ammoniaque bien pure et bien caustique ; il se produit un pétillement semblable à celui de l'extinction de la chaux vive dans l'eau ; l'ammoniaque ne dissout qu'une partie de ce précipité : en laissant reposer le mélange pendant dix à douze heures, il se forme à sa surface une pellicule brillante qu'on redissout avec de nouvelle ammoniaque, et qui ne paraît pas si l'on met beaucoup de cet alcali dès la première fois ; on décante la liqueur et l'on dépose sans secousse le précipité noir qui en occupe le fond, sur de petits morceaux de papier gris, ou on le distribue de manière à ce qu'il soit peu abondant sur chacun. Ce précipité encore humide fulmine avec violence quand on le frappe avec un corps dur ; s'il est sec, il suffit de le toucher ou de le frotter légèrement pour le faire fulminer. L'ébranlement excité par cette fulmination peut se communiquer à d'autres portions d'argent fulminant placées à plus de cinq centimètres de distance du premier. La liqueur décantée de dessus ce précipité, chauffée dans une cornue de verre, fait effervescence, donne du gaz azote, et se remplit bientôt de petits cristaux opaques, brillans, comme métalliques, qui fulminent quand on les touche, quoique couverts de liqueur, et qui brisent même souvent les vaisseaux avec violence. J'ai vu un verre dans lequel il restait depuis plusieurs mois quelques-uns de ces cristaux, qui se brisa en petites parcelles et même en véritable poussière avec une violente détonation entre les mains d'un jeune homme qui en frottait l'intérieur avec le doigt pour le nettoyer, et dans

l'intention d'y faire une autre expérience. On reconnaît dans ces effets la grande tendance qu'a l'oxide d'argent pour décomposer l'ammoniaque, la rapidité et la violence avec laquelle cette décomposition a lieu, la légère force ou le léger changement d'équilibre nécessaire pour opérer cette décomposition, puisque le plus petit frottement suffit pour le faire fulminer. Dans la partie dissoute, l'oxide d'argent paraît être d'abord trop oxigéné pour produire la fulmination; mais l'action du feu dans l'évaporation opère la désoxidation annoncée par le dégagement du gaz azote, et forme l'oxide d'argent fulminant indissoluble dans l'eau qui se cristallise. La pellicule brillante qui recouvre la première dissolution ammoniacale, est due à une portion d'argent à laquelle l'air enlève l'ammoniaque : il faut la dissoudre par l'ammoniaque, parce que son interposition diminue beaucoup la propriété fulminante. Le carbonate d'ammoniaque dissout l'oxide d'argent précipité par la chaux avec effervescence et dégagement d'acide carbonique; mais il reste assez de cet acide pour former un sel triple qui laisse une poudre jaune non fulminante par la dessiccation. Un mélange de cuivre, l'absorption de l'acide carbonique par l'oxide d'argent précipité au moyen de la chaux et laissé trop long-temps à l'air, l'ammoniaque contenant un peu de cet acide, ou diminuent ou détruisent la propriété fulminante du précipité : ainsi l'on peut manquer cette préparation, soit parce qu'on a pris de l'argent allié de cuivre, soit parce qu'on n'a pas assez séparé le nitrate de chaux qui imprègne le premier précipité, soit parce qu'on s'est servi d'une ammoniaque qui contenait de l'acide carbonique, soit enfin parce qu'on a laissé le précipité en absorber de l'atmosphère : voilà pourquoi on ne réussit que rarement dans cette opération délicate. Je me rappelle à cette occasion qu'ayant trouvé, dès 1780, la non précipitation du nitrate d'argent par l'ammoniaque, et me proposant d'examiner sa cause, je faisais recueillir depuis ce temps, et chaque année, les mélanges de nitrate d'argent et d'ammoniaque, et je me proposais

d'en étudier les propriétés, lorsque le citoyen Berthollet publia sa découverte à la fin de 1787. Il eût été dans mon plan de faire évaporer cette liqueur ; j'aurais obtenu immanquablement une fulmination très-violente et très-dangereuse, si les expériences du citoyen Berthollet ne m'avaient pas averti du danger imminent que je me préparais sans le savoir. A en juger par les violens effets de la petite quantité que j'ai entendue et même vue détoner, le grand volume d'argent fulminant que j'avais préparé et recueilli chaque année aurait occasionné une détonation épouvantable qui eût pu être accompagnée d'un grand danger. Il ne faut pas confondre cet oxide, d'après sa propriété fulminante, avec d'autres précipités d'argent également fulminans, mais qui n'ont aucun rapport avec celui-ci. La détonation par le frottement est due à la même cause que celle qui produit une inflammation et une oxidation très-fortes en frappant avec les matières combustibles du muriate suroxigéné de potasse sur un corps dur. On y reconnaît un rapprochement subit de molécules, qui, à une petite distance, réagissent les unes sur les autres. Les précipités du nitrate d'argent par les alcalis fixes, traités par l'ammoniaque, ne fournissent que des précipités peu détonans, en comparaison de celui que donne l'eau de chaux.

54. Beaucoup de sels ont la propriété d'agir sur le nitrate d'argent. Tous les sulfates en troublent la dissolution et précipitent du sulfate d'argent en poussière ; les sulfites y produisent un effet semblable : les muriates non seulement y forment un dépôt lourd et épais comme un caillé, mais se reconnaissent par-tout à l'aide de l'aspect que présentent leurs dissolutions avec le nitrate d'argent. Les phosphates, les fluates et les borates solubles se comportent à peu près de la même manière. Les carbonates, comme je l'ai déja annoncé, en séparent un carbonate d'argent blanc et indissoluble.

55. La plupart des substances métalliques ayant plus d'attraction pour l'oxigène que n'en a l'argent, le précipitent de

sa dissolution nitrique, les unes beaucoup moins oxidé qu'il ne l'était, les autres absolument dépourvu d'oxigène et sous sa forme brillante et métallique. Parmi ces précipitations, il y en a deux sur-tout qui méritent une attention plus sérieuse des chimistes : l'une, parce qu'elle présente un phénomène fort intéressant ; l'autre, parce qu'elle est pratiquée en grand dans quelques arts où elle est employée avec beaucoup d'avantage. La première donne naissance à ce qu'on nomme l'*arbre de Diane* : c'est une séparation de l'argent à l'état d'amalgame, et sous une forme cristalline aiguillée qui imite le tissu d'un buisson. Lémery prescrivait, pour l'obtenir, de dissoudre une partie d'argent dans de l'acide nitrique médiocrement fort, d'étendre la dissolution de vingt parties d'eau distillée, et d'y ajouter deux parties de mercure coulant. Il fallait environ quarante jours pour obtenir une végétation métallique très-belle. Homberg a décrit ensuite un procédé plus court, et qui réussit bien : il consiste à faire une amalgame à froid avec quatre parties d'argent en feuilles et deux parties de mercure, à dissoudre cette amalgame dans suffisante quantité d'acide nitrique, et à délayer la dissolution dans trente-deux fois le poids des métaux d'eau. On met dans une partie de cette liqueur une petite boule d'amalgame molle d'argent, et la formation de l'arbre de Diane a lieu sur-le-champ. On réussit aussi très-promptement à opérer cette précipitation en mettant une amalgame molle d'argent dans un mélange de six parties de dissolution nitrique d'argent et de quatre parties de dissolution nitrique de mercure. Dans ces deux derniers procédés, une partie de mercure de l'amalgame attirée par celui de la dissolution, et enlevant l'oxigène à l'argent, précipite celui-ci en métal ; et la précipitation de ce dernier est encore favorisée par l'attraction qu'exerce sur lui la portion de mercure non dissoute, ainsi que la portion d'argent de l'amalgame. Toutes les attractions qui agissent simultanément opèrent avec promptitude la séparation de l'argent, qui se dépose en s'amalgamant :

cette amalgame se dépose en prismes aiguillés qui s'arrangent les uns sur les autres à la manière de branchages. Pour la rendre plus belle, on choisit un vase conique, et l'on a soin d'empêcher les secousses qui s'opposeraient à l'arrangement symétrique et régulier de l'amalgame, et qui empêcheraient la formation du buisson.

56. La précipitation de l'argent métallique par le cuivre est d'une toute autre importance que la précédente ; c'est une de celles qu'on pratique le plus souvent dans les atteliers monétaires et dans ceux des orfèvres. Au moment où l'on plonge du cuivre bien net et bien décapé dans la dissolution nitrique d'argent, la lame devient brunâtre, et se recouvre de petits cristaux métalliques, d'un blanc mat, qui vont bientôt en augmentant, qui se groupent autour de cette lame, et l'enveloppent comme une efflorescence, qui n'adhèrent ni au cuivre, ni entre eux, se détachent par la moindre secousse, et sur-tout en portant doucement la lame de cuivre chargée de cet argent, qui se resserre et semble se condenser quand on l'enlève de la dissolution, dans de l'eau pure où on l'agite. C'est ainsi qu'on sépare dans les atteliers monétaires l'argent dissous par l'opération du départ ; on trempe des lames de cuivre dans la dissolution, ou on met celle-ci dans un vaisseau de cuivre ; l'argent se sépare en flocons d'un gris blanchâtre ; on décante la liqueur, quand elle est devenue bleue, et qu'elle ne donne plus d'argent : on lave ce dernier à plusieurs eaux ; on le fait recuire légèrement dans des creusets, et on le débite sous le nom impropre d'*argent en chaux*, parce qu'il est en grains blancs et mats ; il contient un peu de cuivre. On le fait fondre aussi dans des creusets ; on le passe avec du plomb à la coupelle pour en séparer la portion de cuivre qu'il contient ; c'est alors l'argent le plus pur du commerce ; on le nomme *argent fin*, ou argent à douze deniers. Quelquefois on se sert de la même précipitation de l'argent pour appliquer ce métal sur le cuivre en une espèce d'argenture ; mais il contracte trop peu d'adhérence

pour que cette espèce d'argenture soit solide, et l'on préfère, à cause de cela, l'application de l'argent à l'aide de l'amalgame sur le cuivre : c'est ce qu'on nomme *argent haché* dans l'art du doreur et de l'argenteur.

57. L'acide muriatique, dans quelqu'état de concentration qu'il soit, gazeux, vaporeux ou liquide, n'agit point sur l'argent, et n'en opère jamais l'oxidation. On a cru faussement opérer cet effet dans ce qu'on a nommé le *départ concentré ;* ce n'est pas seulement de l'acide muriatique qu'on dégage dans cette opération, mais de véritable acide muriatique oxigéné. En cémentant des lames d'or alliées d'argent avec un mélange de sulfate de fer et de muriate de soude dans un creuset, l'acide sulfurique, dégagé du sulfate de fer par l'action du feu, se porte sur l'oxide de fer, lui enlève une portion de son oxigène, et agit ensuite sur l'argent auquel il cède ce principe ; de manière à ce qu'après l'avoir oxidé, il s'y unit comme l'acide muriatique ordinaire le fait à l'oxide de ce métal. Si l'acide muriatique ne peut point agir sur l'argent métallique, à moins qu'il ne soit oxigéné, comme il a plus d'attraction avec l'oxide d'argent que n'en ont la plupart des autres acides, et sur-tout le sulfurique et le nitrique, dès qu'il est mis en contact avec ces dissolutions d'argent, il les décompose ; il leur enlève l'oxide d'argent, et il forme avec lui un sel indissoluble blanc, qui se précipite comme une espèce de caillé, ainsi que je l'ai annoncé plus haut. J'ai fait voir également que les muriates agissaient de la même manière que l'acide muriatique seul, et qu'ils formaient, dans les dissolutions sulfurique et nitirique d'argent, un précipité semblable à celui que forme l'acide pur. C'est même en raison de cette facile et prompte précipitation que le nitrate d'argent est un réactif très-sensible pour indiquer et reconnaître dans les eaux minérales et dans tous les liquides la présence et la quantité des muriates ou de l'acide muriatique qui y sont dissous. Bergman a fait voir que la kanne suédoise ou deux pintes trois quarts d'eau, tenant un seul grain de

muriate de soude en dissolution, donnaient des stries très-sensibles par les premières gouttes de nitrate d'argent qu'on y verse : ainsi ce sel métallique indique la présence d'environ $\frac{1}{100000}$ d'acide muriatique contenu dans des liqueurs ; il n'y a presque pas d'exemple d'une pareille sensibilité dans des réactifs.

58. Le muriate d'argent, produit de la décomposition du nitrate par l'acide muriatique ou les différens muriates, est en poudre ou en magma épais, blanc ; à la lumière, il devient brun, violet foncé et noir : c'est un des composés qui changent le plus vîte par le contact des rayons solaires. Cependant ce changement n'a lieu qu'à la surface, et l'intérieur se conserve blanc ; c'est aussi un des sels métalliques les plus fusibles que l'on connaisse. En le chauffant doucement dans un matras ou une fiole mince, il se fond comme une graisse, et se fige ensuite par le refroidissement en une substance grise, demi-transparente, assez semblable à quelques espèces de corne, et c'est pour cela qu'on le nommait autrefois dans cet état *lune cornée*. Si on le coule sur une pierre, il se fige en une matière friable, cristallisée en belles aiguilles brillantes et comme métalliques ; quand on le chauffe plus fortement dans un creuset, il devient extrêmement fondant, il filtre comme à travers un réseau ou canevas, et se perd dans le feu. On trouve toujours dans ce cas un peu d'argent réduit et disséminé en globules dans la portion de muriate fondu qui reste encore ; il n'est dissoluble que dans plus de mille fois son poids d'eau bouillante. Monnet a dit qu'une livre d'eau ne pouvait en prendre par l'ébullition que trois ou quatre grains. Les carbonates alcalins décomposent ce sel et précipitent un oxide d'argent de sa dissolution ; mais celle-ci est si faible que la précipitation est extrêmement peu sensible, et que ce procédé ne peut servir à rien. Il est cependant très-essentiel pour tous les atteliers où l'on travaille l'argent, d'avoir un moyen sûr de retirer ce métal de son muriate, parce qu'on l'obtient souvent sous la forme de ce sel, à cause des diverses opérations qu'on lui fait subir. En chimie d'ailleurs

on se sert toujours de l'argent extrait de son muriate comme le plus pur que l'on puisse avoir : on le nommait autrefois *argent revivifié de la lune cornée ;* aussi les chimistes ont-ils cherché les moyens de réduire le muriate d'argent. Le procédé le plus généralement employé et qui est devenu, à cause de sa facilité et de son succès, le procédé familier des atteliers d'affinage, consiste à mêler quatre parties de potasse du commerce, ou mieux de carbonate de potasse, avec une partie de muriate d'argent ; à mettre le mélange et à le fondre rapidement dans un bon creuset : quand il est en fusion complète, on retire le creuset du feu ; on le laisse refroidir lentement ; on le casse, et on trouve l'argent en culot au-dessous du muriate de potasse et de l'alcali fondus qui le recouvrent. Quand on fait la fonte avec rapidité, tout le muriate d'argent est bien décomposé ; il ne s'en perd point à travers les parois du creuset, et l'argent est bien pur au fond du creuset. Il faut prendre garde au boursouflement produit par le dégagement de l'acide carbonique, opéré par le muriatique. Le creuset doit être assez grand pour éviter l'écoulement d'une partie de la matière au-dehors. Bergman estime que le muriate d'argent contient 0.75 d'oxide d'argent, et 0.25 d'acide muriatique.

59. On avait cru, et il était en effet naturel de croire, d'après l'ordre des attractions les plus généralement connues entre les acides et les oxides métalliques, que la potasse et la soude pures ou caustiques décomposaient le muriate d'argent : mais le citoyen Vauquelin a trouvé dans ce sel une exception fort remarquable, qui paraît aussi avoir lieu jusqu'à un certain point pour les oxides de mercure et de plomb. Ayant fait chauffer du muriate d'argent avec une lessive de soude caustique, et s'étant apperçu que cet alcali n'avait pas enlevé un seul atome d'acide muriatique, il a jeté de l'oxide d'argent récemment précipité du nitrate de ce métal par l'eau de chaux dans une dissolution de muriate de soude ; ce précipité encore humide a tout-à-coup perdu sa couleur brune, est devenu blanc, et s'est rassemblé

en flocons épais ou en magma cailleboté : la saveur salée de la dissolution a fait place à une saveur âcre, alcaline et caustique. La liqueur surnageante évaporée, après la séparation du précipité qui était du véritable muriate d'argent, a donné des cristaux de carbonate de soude sans mélange de sel marin. Il résulte de cette expérience, non seulement que l'acide muriatique a plus d'attraction pour l'oxide d'argent que pour la soude, mais encore que cet oxide a la plus grande attraction possible pour l'acide muriatique, puisque les oxides de tous les autres métaux en sont séparés et précipités par les alcalis. Le même chimiste a trouvé qu'il était nécessaire d'employer beaucoup d'oxide d'argent pour décomposer le muriate de soude.

60. Le muriate d'argent est très-dissoluble dans l'ammoniaque caustique et liquide. Cette dissolution très-claire et sans couleur éprouve un changement très-remarquable lorsqu'on la laisse exposée à l'air. A mesure que l'ammoniaque s'en exhale dans l'atmosphère, il se forme à sa surface une pellicule qui prend une couleur bleuâtre ou irisée très-brillante : cette pellicule, qui augmente peu à peu en épaisseur, se fonce en même temps, et finit par devenir d'un gris sale et noirâtre par le contact de la lumière. La matière qui se sépare ainsi à la surface de la liqueur est facile à reconnaître pour du véritable muriate d'argent, contenant un peu de métal réduit. Au reste, l'ammoniaque produit constamment le même effet de dissolution et de réduction plus ou moins complète sur tous les sels et les précipités d'argent, comme je l'ai déja indiqué dans l'histoire du nitrate de ce métal.

61. Margraff a donné, vers le milieu du dix-huitième siècle, un procédé particulier pour décomposer le muriate d'argent par la voie humide ; il est fondé sur une connaissance exacte et sur un emploi des attractions électives doubles ; mais il est trop dispendieux et trop gênant pour être jamais employé en grand. Il conseillait de triturer dans un mortier de marbre ou de verre une partie de muriate d'argent avec trois parties d'alcali

volatil concret ou de carbonate d'ammoniaque : on ajoutait à ce mélange assez d'eau pour en former une pâte ; on le remuait jusqu'à ce que l'effervescence et le boursouflement produits par le dégagement de l'acide carbonique fussent appaisés ; on y jetait six parties de mercure coulant, et on continuait de triturer jusqu'à ce qu'on eût une belle amalgame d'argent ; on lavait celle-ci en broyant sans cesse jusqu'à ce que l'eau sortît claire, et que l'amalgame fût très-brillante au fond du mortier. Alors il fallait sécher cette amalgame et la distiller dans une cornue de grès jusqu'à faire rougir à blanc ce vaisseau : le mercure passait dans le récipient, et l'argent pur et sans déchet restait au fond de la cornue. Dans cette opération, l'eau emportait du muriate d'ammoniaque en dissolution et une poudre blanche qui n'était que du muriate de mercure doux entraînant un peu d'argent en poussière matte ; en sublimant ce muriate mercuriel, on s'assurait de sa nature. Il est évident que, dans ce procédé, tandis que l'ammoniaque s'unit à l'acide muriatique, le mercure enlève à l'oxide d'argent extrêmement divisé son oxigène, et le reporte à l'état métallique absolument comme dans la préparation de l'arbre de Diane ; que cet argent est fortement attiré par la portion de mercure qui est surabondante à sa désoxidation. Je n'ai cité et décrit ici ce procédé que pour prouver que le muriate d'argent, comme le nitrate de ce métal, est susceptible d'être décomposé et réduit à froid par le mercure.

62. Beaucoup d'autres métaux, et sur-tout le bismuth, l'antimoine, le zinc, l'étain, le plomb, le fer et le cuivre, peuvent aussi, et par le même principe, décomposer le muriate d'argent. On a quelquefois recommandé leur usage en chimie pour obtenir l'argent de ce sel. On prescrit dans les livres de faire fondre une partie de muriate d'argent avec trois parties de ces métaux ; on trouve après la fusion l'argent fondu en culot au fond du creuset, et le métal employé reste à la surface uni à l'acide muriatique. Mais comme on prend plus de ces métaux qu'il n'en faut pour saturer l'acide muriatique, une

partie se combine avec l'argent qu'on n'obtient ainsi qu'allié, et qu'il faut affiner par le moyen du plomb et de la coupelle; de sorte qu'il n'est pas plus pur après cette opération que par les procédés ordinaires.

63. L'acide phosphorique s'unit à l'argent oxidé, et le précipite de sa dissolution nitrique. Le précipité qu'on obtient ainsi est blanc, lourd et épais; il se fond à un grand feu en une espèce d'émail verdâtre ou olivâtre, suivant qu'on l'a plus ou moins fait chauffer. Ce phosphate d'argent n'est pas dissoluble dans l'eau; mais il l'est dans un excès d'acide phosphorique. Quand on le traite dans une cornue avec du charbon, il donne un peu de phosphore, et se réduit en grande partie en phosphure d'argent, qui contient de 0.15 à 0.20 de phosphore. Pour peu que l'acide phosphorique, extrait des os à la manière ordinaire, contienne d'acide sulfurique, ce qui arrive presque toujours, je me suis apperçu qu'en l'évaporant dans des vaisseaux d'argent, ceux-ci étaient corrodés et percés quand la liqueur était bien concentrée; l'oxide d'argent formé par l'acide sulfurique est enlevé par l'acide phosphorique; et en fondant celui-ci dans un creuset, on en obtient, au lieu d'un verre transparent, un émail gris, verdâtre, qui est en partie du phosphure d'argent.

64. L'acide fluorique ne paraît point attaquer l'argent métallique; il s'unit bien à son oxide, et forme avec lui un sel indissoluble que les autres acides décomposent, et d'où ils chassent l'acide fluorique. On n'a point examiné les autres propriétés de ce sel, qu'on a confondu à tort avec le muriate d'argent, et qui a fait croire, parce que l'acide fluorique précipite le nitrate d'argent en une poudre blanche et lourde, que cet acide était le même que le muriatique.

65. L'acide boracique n'agit en aucune manière sur l'argent. On le combine à l'oxide de ce métal, en versant sur sa dissolution nitrique une dissolution d'un borate dissoluble quelconque. Le borate d'argent se précipite en poudre blanche

très-lourde et indissoluble. On n'a point examiné les propriétés de ce sel.

66. L'acide carbonique n'a aucune action sur l'argent; mais il s'unit aisément à son oxide. Celui-ci même, quand il est humide, absorbe l'acide carbonique de l'atmosphère, et c'est souvent par cette absorption que l'on manque la préparation de l'oxide d'argent ammoniacal fulminant, comme je l'ai indiqué plus haut. Quand on précipite le sulfate ou le nitrate d'argent par des carbonates alcalins, on obtient du carbonate d'argent en poudre blanche indissoluble. Ce sel, qui noircit par le contact de la lumière, donne aisément son acide carbonique par l'action du feu; et après avoir fourni du gaz oxigène pur, qui ne va guère qu'à 0.11 ou 0.12 sur cent parties de l'oxide d'argent le plus complet, il passe à l'état d'argent ductile.

67. Schéele a décrit la manière dont l'acide arsenique se comporte avec l'argent par la digestion, c'est-à-dire, en chauffant cet acide dissous dans l'eau sur l'argent; celui-ci n'est point attaqué : mais quand l'eau est évaporée, et quand on pousse au feu jusqu'à faire vitrifier l'acide, il se sublime de l'acide arsenieux, et il reste une matière vitreuse blanche qui contient l'argent oxidé, et qui est recouverte d'un verre jaune foncé. En chauffant de l'eau sur ces deux espèces de verres pulvérisés, ils deviennent d'un rouge brun; l'acide arsenique dissous emporte un peu d'oxide d'argent que l'acide muriatique y montre et en précipite. La poudre brune qui ne se dissout point, se fond à un grand feu, et prend une demi-transparence; en continuant le feu dans un creuset, l'argent qui y est contenu se réduit. Le nitrate d'argent est précipité en brun par l'acide arsenique, ainsi que par les arseniates. L'acide muriatique décompose ce précipité, et lui enlève l'argent en le séparant de l'acide arsenique. L'ammoniaque dissout aussi cet arseniate d'argent: c'est à cause de la couleur rouge de l'arseniate d'argent ainsi obtenu par la précipitation que les chimistes ont cru avoir fait de l'argent rouge, tandis que celui-ci est, comme je l'ai fait

voir, un oxide d'argent et d'antimoine sulfuré. Schéele a trouvé encore que l'acide arsenique liquide, mêlé à l'acide muriatique et digéré sur l'argent en limaille fine, l'oxidait en favorisant sa combinaison en muriate d'argent. L'acide arsenique prend en même temps l'état d'acide arsenieux.

68. L'acide tunstique ne paraît point avoir d'action sur l'argent; mais il enlève son oxide au nitrate de ce métal qu'il précipite en poudre blanche. On n'a point examiné encore les propriétés de ce tunstate d'argent; il en est de même de l'acide molybdique. On ne connaît point encore son union avec l'argent; il paraît précipiter le nitrate d'argent comme le fait l'acide tunstique, et former avec l'oxide de ce métal un sel blanc, pulvérulent, indissoluble.

69. L'acide chromique, uni à l'oxide d'argent, forme une combinaison très-remarquable. En versant du chromate de potasse dans la dissolution nitrique d'argent, il se produit un précipité pulvérulent du plus beau rouge de carmin, qui devient pourpre par son exposition à la lumière. Le chromate d'argent chauffé au chalumeau se fond avant que le charbon qui le supporte ne s'enflamme; il prend un aspect noirâtre et métallique. Pulvérisé dans cet état, il est encore pourpre; mais dès qu'on le chauffe avec la flamme bleue de la bougie dirigée par le chalumeau, le sel prend une couleur verte, et l'argent s'en sépare en globules disséminées dans la masse. L'acide chromique, décomposé par l'hidrogène de la flamme bleue, repasse à l'état d'oxide vert, et l'oxide d'argent est réduit. On peut prévoir que le chromate d'argent pourpre sera quelque jour découvert parmi les mines de ce métal; il existe dans la nature.

I. *Action sur les bases et sur les sels.*

70. L'argent ne forme aucune combinaison avec les terres. Quand il est à l'état d'oxide, il peut s'unir par la vitrification à quelques-unes d'entre elles, et colorer les verres ou les

émaux de nuances jaunâtres, vertes-olive et brunâtres; aussi est-ce pour obtenir quelques-unes de ces nuances variées qu'on l'emploie; mais il n'est pas riche dans ce genre de coloration.

71. Les alcalis caustiques ou purs ne font éprouver aucune altération à l'argent. Son oxide est seulement dissoluble dans l'ammoniaque; et si on expose long-temps cette dissolution à la lumière, l'ammoniaque se décompose, il se dégage du gaz azote, il se forme de l'eau, et l'argent se trouve réduit. On a vu plus haut que dans quelques cas cette réduction était accompagnée d'une forte détonation ou fulmination, qui même pouvait être déterminée par le contact ou par le simple frottement le plus léger, ou au moins par une pression, quand la matière n'était pas sèche.

72. Aucun sel proprement dit n'a d'action sur l'argent. Ce métal sort pur et sans altération des épreuves auxquelles on peut l'exposer avec les diverses matières salines. Il n'est oxidé sensiblement ni par les nitrates, ni par les muriates suroxigénés. Les métaux oxidables qu'il contient si souvent se laissent au contraire entamer et brûler peu à peu par ces matières; et j'ai fait remarquer ailleurs que le nitre était un des moyens de le purifier ou de l'affiner. Il a de plus trop peu d'attraction avec l'oxigène pour qu'il soit possible de l'altérer par les dissolutions métalliques. Cependant son oxide a plus d'attraction, comme on l'a vu, pour l'acide muriatique que n'en a la potasse ou la soude.

K. *Usages.*

73. On connaît trop généralement les usages de l'argent pour qu'il soit nécessaire d'entrer à cet égard dans de grands détails. Il est employé par tous les peuples civilisés pour représenter toutes les productions de la nature et de l'art; on l'allie avec une quantité déterminée de cuivre; on le frappe en espèces de médailles portatives et nombreuses, que l'on nomme *monnaie*, et qui, avec un titre et un poids constans,

forment, parmi les hommes réunis en sociétés policées, le prix de toutes les marchandises et de toutes les denrées. Il est, sous ce point de vue, le type de la richesse et de l'aisance; mais c'est moins sa quantité réelle, que sa prompte et rapide circulation, qui fait la prospérité des peuples. Sa valeur particulière est fondée sur sa rareté ou son abondance : comme il augmente toujours en masse par celui qu'on extrait de la terre, on multiplie ses usages et son emploi; de sorte qu'il est peu à peu usité dans des cas et pour des ustensiles auxquels on ne l'avait point encore destiné : jusque-là cette augmentation est sensible de génération en génération et de siècle en siècle, non seulement par la multiplication des objets fabriqués en argent, mais encore par l'avilissement des monnaies de ce métal, comparées aux marchandises ou productions diverses qu'elles représentent.

74. L'usage de l'argent, comme ustensiles, et sur-tout pour ceux qui servent aux besoins de la vie, à préparer et à prendre les nourritures, est le plus essentiel de; et tous, sous ce point de vue, c'est vraiment un des métaux les plus précieux, à cause de ses belles propriétés, de son inaltérabilité, de son inoxidabilité, de son indissolubilité dans une foule de matières. Il serait même à desirer qu'on le destinât plus souvent, plus généralement et sur-tout plus abondamment au service de l'intérieur des maisons qu'on ne le fait encore, et qu'on le regardât plus comme un objet de salubrité que comme un objet de luxe. On pourrait même multiplier à cet égard les services que l'argent peut rendre aux hommes, en portant beaucoup plus haut que cela n'a été fait l'art de l'appliquer sur le cuivre, ou de faire, avec des lames minces de ce métal, soudées en quelque sorte par la chaleur et la pression à des lames épaisses de cuivre, ce qu'on nomme *le plaqué d'argent.* Les membres de l'académie des sciences ont vérifié, en 1788, qu'une lame d'argent pur extrêmement mince, appliquée exactement sur le cuivre, le défendait entièrement du contact de l'action de toutes

les matières, et qu'avec le trentième au plus du poids du cuivre en argent plaqué sur ce métal, on ferait des batteries de cuisine très-utiles et très-préférables au cuivre étamé ordinaire, soit par la confiance qu'elles mériteraient, soit par leur durée.

75. Cependant, malgré ces sages conseils d'hommes habiles et amis de leurs semblables, on ne voit presque point encore employer ces vases à surface d'argent, ces plaqués si avantageux. L'argent n'est réservé qu'à des arts et à des objets d'agrément; ce n'est pas dans les cuisines des riches, ce n'est pas pour la préparation de leurs alimens qu'il est employé; c'est au luxe, au spectacle et à l'ornement seulement qu'on le consacre. L'art de le faire servir à ce plaisir des yeux est poussé très-loin en France; et les artistes, par une industrie admirable autant qu'utile, centuplent de mille manières son prix réel. Associé au dessin, il sait lui donner les formes les plus pures et les plus belles. Le brillant du poli ou du bruni le plus vif, opposé aux parties mattes et d'un blanc pur, en fait un des corps les plus beaux, et qui plaît le plus à l'œil. Battu en feuilles minces, filé en fils tenus, mêlé avec la soie et la laine, appliqué à la surface du bois, des autres métaux et d'une foule de corps, il orne nos meubles, nos demeures, nos vêtemens; il défend, sous la forme d'argenture, la plupart des substances qu'il enveloppe d'une altération qu'elles éprouveraient sans cette couverture d'argent. En les enrichissant de sa belle couleur, et en leur prêtant sa riche parure, l'argent en écarte ou en annulle encore les propriétés désagréables ou dangereuses.

76. La médecine a cherché inutilement des vertus dans l'argent pour calmer ou guérir les maladies; elle n'y a trouvé, en le prenant allié aux acides et oxigéné, qu'un caustique violent qui ne sert que pour quelques applications extérieures, et qui ne doit jamais être employé à l'intérieur, quoiqu'on ait conseillé le nitrate d'argent diversement modifié, sous le

nom d'*argent hidragogue* de Boyle et d'Angelus Sala, de *teintures lunaires*, de *bezoardique lunaire*, de *pillules lunaires*. En vain a-t-on voulu lui attribuer la qualité fortifiante et alexipharmaque. Une observation plus sévère a prouvé qu'il était entièrement et absolument inactif dans son état métallique. On le rejette même aujourd'hui de ces électuaires qu'il faisait autrefois briller aux yeux des malades. Il est réduit au modeste usage de revêtir des pillules, dont il masque la couleur et diminue quelques propriétés désagréables.

ARTICLE XXI.

De l'Or.

A. *Histoire.*

1. Il en est de l'or comme comme de l'argent. L'époque de sa découverte se perd dans la nuit des temps, et la tradition ne fournit parmi les hommes aucune trace des événemens qui le leur ont fait connaître pour la première fois. On ne peut douter que ses belles propriétés, son inaltérabilité, son indestructibilité n'aient été appréciées presque aussitôt qu'il a été découvert, et qu'elles ne soient promptement devenues l'objet de l'estime et presque du culte général. Aussi la folie qui a pour but chimérique de le former de toutes pièces, de le créer comme la nature, est-elle une des maladies qui ont depuis long-temps travaillé l'espèce humaine. Tandis que quelques fanatiques se sont épuisés en vains et ruineux efforts pour produire de l'or, la foule a été généralement emportée par le desir d'en acquérir et d'en accumuler. Le philosophe, qui calcule les crimes de tous les genres que cette passion effrénée a fait

commettre sur le globe, est obligé de conclure que, malgré les avantages que ce métal a procurés à la société, la somme des maux qu'il a produits l'emporte de beaucoup sur celle du bien qu'il a fait naître.

2. Dans la suite des recherches et des expériences nombreuses qui ont été faites sur l'or, les longs et pénibles travaux entrepris par les alchimistes tiennent le premier rang, et ouvrent, pour ainsi dire, la scène des découvertes chimiques dont il a été l'objet. Après avoir regardé l'or comme le plus pur, le plus parfait, le plus inaltérable, le plus simple des métaux; après l'avoir décoré du vain titre de roi, ils l'ont comparé au soleil, et ils l'ont représenté par le même emblême. Un cercle était le signe de sa perfection et de son immutabilité; c'était pour eux l'extrême, le *summum* de la métallisation, l'œuvre le plus accompli parmi les fossiles; et peu s'en est fallu que dans leur délire ils ne l'aient placé à la tête de la création. Non seulement, suivant eux, il ne contenait rien d'âcre, rien d'étranger à la nature métallique; mais il était le produit d'une maturation accomplie, d'une incubation perfectionnée. De là les lentes expériences auxquelles ils soumettaient les autres métaux pour les mûrir et les perfectionner; de là l'infatigable patience qu'ils apportaient dans leurs recherches, et les formes ridicules même qu'ils donnaient à leurs instrumens. L'argent, le plus voisin de l'état d'or, n'avait, dans leurs hypothétiques opinions, qu'un dernier degré d'amélioration à subir, qu'une teinture à acquérir, qu'une sorte d'affinage et de fixité à éprouver.

3. Malheureux artisans d'un métier qui n'a jamais existé, et dont il est douteux que l'objet soit jamais déterminé, quoiqu'on ne puisse pas assurer qu'il y ait une impossibilité absolue de découvrir sa nature et sa composition intime, plus les alchimistes ont travaillé, et plus ils semblent s'être écartés du but qu'ils voulaient atteindre. Tout a prouvé jusqu'ici que l'or, comme les autres métaux, est un corps indes-

tructible dont on ne peut séparer aucun principe, qu'on ne peut en aucune manière décomposer, et qui se comporte dans toutes les circonstances des opérations chimiques comme une matière simple ou indécomposable. Tout en ne faisant rien de ce qu'ils voulaient faire, les alchimistes ont appris à traiter l'or de beaucoup de manières différentes, à le faire changer de forme et de propriété, à le rappeler à son premier état, à le faire sortir aussi pur, aussi brillant et aussi intact des tortures multipliées qu'ils lui ont fait subir; à le faire entrer dans différentes compositions, et sur-tout à le faire servir à plusieurs opérations curieuses ou utiles.

4. C'est dans les récits fastueux des alchimistes que les premiers chimistes systématiques ont puisé les connaissances qu'ils ont commencé à recueillir et à disposer méthodiquement sur l'or. Ils ont également profité des nombreux travaux des adeptes, entrepris dans l'intention toujours trompée et toujours renaissante jusqu'aux jours de la physique expérimentale, de trouver dans ce métal une panacée, un remède universel. Toutes les recettes d'or potable, de teintures et d'élixirs aurifiques, tous les moyens prétendus de le diviser, de l'atténuer, de le dissoudre, ont été pour les véritables chimistes autant de faits sur ses affinités et ses combinaisons. Les travaux plus sensés des docimastiques et des métallurgistes sur l'art d'essayer, de purifier, d'extraire, d'affiner, d'allier, de fondre, de couler, de forger et d'employer l'or de mille manières différentes, ont fourni beaucoup de détails utiles aux chimistes pour composer l'histoire de ce métal important. Enfin, les nombreuses et industrieuses pratiques de plusieurs arts dans lesquels on emploie l'or pour lui donner cent formes variées, pour le multiplier en surfaces, pour le faire briller en bijous, ont encore servi aux auteurs des traités de chimie; et de cette source abondante ont découlé tous les faits qui composent son histoire particulière.

5. L'or est celui de tous les métaux qui a eu le plus d'his-

toriens particuliers ou d'auteurs monographes. Quoique le plus grand nombre des ouvrages d'alchimie n'en aient présenté que la fable, on peut cependant les compter dans cette classe de traités monographiques sur l'or. Parmi ceux qui ont fourni le plus de faits utiles ou singuliers, et qui, sans être entièrement débarrassés des idées alchimiques, les ont données au moins avec quelque sagesse, il faut sur-tout distinguer Glauber, Clavéus, Dickinson, Helvétius, Orschall, Kunckel, Barba, Borrichius, Cassius et Henckel. Boyle, Muschenbroëck, Nollet, parmi les physiciens, ont rassemblé le plus de faits utiles sur les propriétés physiques de l'or. Wallerius, Lewis, Eschembach, Gellert, Salchow, Tillet, de Born, Ferber, Sage, Ribaucourt, sont les chimistes qui ont le mieux écrit, soit sur les essais, soit sur le traitement en grand, soit sur l'ensemble des propriétés de ce métal précieux. Bergman et Schéele, les citoyens Van-Marum et Berthollet, ont ajouté en dernier lieu des faits importans sur l'oxidation, la dissolution, et sur plusieurs des composés que l'or est susceptible de former.

6. Quoique, depuis la naissance et l'établissement de la doctrine pneumatique, on n'ait point fait de recherches particulières et suivies sur l'or, cette doctrine a beaucoup avancé la connoissance des propriétés de ce précieux métal. C'est à elle que l'on doit attribuer la notion précise de l'oxidabilité de l'or, qui n'était pas comprise auparavant; de sa dissolubilité dans quelques acides, et de son indissolubilité dans d'autres; des divers phénomènes de ses précipitations; des sels qu'il forme; de son peu d'attraction pour l'oxigène, comparée à celle des autres métaux pour ce principe; de sa combinaison fulminante avec l'ammoniaque; en un mot, de toutes les propriétés qui le distinguent et qui le caractérisent, comme les détails dans lesquels je vais entrer le prouveront.

B. *Propriétés physiques.*

7. L'or est un des plus brillans et des plus beaux des métaux : sa couleur jaune particulière et son éclat remarquable attirent et réjouissent les yeux, quoiqu'ils soient moins vifs et moins agréables peut-être que dans l'argent. Malouin remarquait que dans les leçons qu'il faisait sur l'or, la figure de ses auditeurs présentait le signe de la joie et du contentement lorsqu'il leur offrait l'aspect de ce métal ; et il est certain, par une expérience familière et multipliée, qu'une grande surface d'or bien bruni attire tous les regards, et excite dans ceux qui la voient un sentiment d'hilarité, une sorte de jouissance dont il est difficile de ne pas saisir l'impression quand on regarde attentivement ceux qui l'éprouvent. Il n'est pas douteux que ce sentiment soit dans la nature et qu'il indique une jouissance réelle. Sans doute le moral des individus, affecté par le prix qu'ils attachent à l'or, y contribue ; mais il n'en faut pas moins compter sur cette propriété de la couleur de l'or, quoiqu'il ne soit pas permis de conclure de là que ce métal ait une qualité alexitère et alexipharmaque, comme on le faisait encore il y a soixante ans en médecine. La couleur de l'or n'est pas constante dans son ton ou sa nuance, un grand nombre de circonstances peuvent la faire varier : on en distingue de jaune blanc, de jaune pâle et comme citrin, de jaune vert et de jaune rouge ; mais il est vraisemblable que cette différence, trop forte pour être due à divers états physiques, provient de quelques métaux qui lui sont alliés. Newton ayant trouvé qu'une feuille d'or très-mince, placée entre l'œil et la lumière, paraissait d'un bleu verdâtre, en a conclu que ce métal, en réfléchissant des rayons jaunes, admettait par réfraction dans son intérieur un peu de lumière bleue, qui, après s'être réfléchie çà et là par les molécules métalliques, était entièrement éteinte.

8. La densité de l'or est telle qu'on l'a cru long-temps le corps le plus pesant de la nature ; on sait aujourd'hui qu'il ne tient que le second rang, et qu'il cède la première place au platine. Cronstedt et Wallerius ont indiqué le rapport de sa pesanteur à celle de l'eau, comme 19.640 : 1.000 ; Lewis l'estimait entre 19.300 et 19.400 ; Muschenbroëck l'a trouvée de 19.640, 19.521, 19.238 ; on l'estime le plus ordinairement à 19.258 : forgé, il est un peu plus lourd que fondu. Sa dureté n'est pas très-considérable ; suivant le citoyen Guyton elle ne tient que le cinquième rang parmi les métaux ; il est assez mou pour qu'on puisse le ployer facilement dans toutes sortes de sens, et pour qu'il soit indispensable de le durcir par un alliage pour l'employer ; son élasticité est faible ainsi que sa propriété sonore, qu'on a coutume de désigner souvent par l'épithète d'obscure.

9. La ductilité de l'or est une de ses propriétés les plus singulières, et qui excite le plus d'admiration lorsqu'on la compare à celle des autres métaux, et qu'en reconnaissant sa supériorité on considère les phénomènes auxquels elle donne naissance. Suivant des calculs très-bien faits par Wallerius, Réaumur, Lewis, Geoffroy, etc. un grain d'or peut fournir un fil de 500 pieds de longueur. Boerhaave cite même, d'après Cassius, un ouvrier d'Ausbourg assez adroit pour avoir tiré effectivement un grain d'or en un fil de 500 pieds. Une once de ce métal peut dorer un fil d'argent de 444 lieues ; un grain d'or aplati en feuillés peut couvrir une aire de plus de 1400 pouces carrés. Il peut être tellement alongé ou aminci qu'il occupe 65.590 fois le premier espace qu'il occupait. Sa ténacité est aussi la plus considérable connue. Un fil d'or d'un dixième de pouce de diamètre soutient un poids de 500 livres avant de se rompre. Réaumur remarque qu'une couche ou feuille d'or couvrant $\frac{14}{1000000}$ d'un pouce de fil d'argent forme un tube continu, opaque, qu'on peut, suivant l'expérience de Haller, obtenir entier et séparé de l'argent, en dissolvant

celui-ci dans de l'acide nitrique. Cette étonnante ductilité de l'or s'affaiblit et fait place à de la roideur et de l'élasticité plus forte, quand l'or a été battu, comprimé, passé à la filière. On dit alors que l'or s'écrouit; mais on lui rend sa ductilité accoutumée par le recuit, ou en le faisant rougir au feu et refroidir lentement.

10. L'or est bon conducteur du calorique. On n'a pas déterminé exactement cette propriété, non plus que sa dilatabilité par l'action du feu, quoiqu'on sache en général qu'elle suit de près la raison de sa fusibilité. L'or rougit quand il est pénétré d'une suffisante quantité de calorique; et quand il est d'un rouge brillant comme un charbon, il se ramollit, se fond et coule. La fusion de l'or pur est assez facile. Mortimer l'estimait à 1300 degrés du thermomètre de Fahrenheit. Le citoyen Guyton l'a déterminée à 32 degrés du pyromètre de Weedgwood; tandis que, comme je l'ai dit, il détermine celle de l'argent à 28. On observe dans les atteliers des orfèvres que de l'or en limaille ou en grenaille se fond plus difficilement que de l'or en lingots ou en gros morceaux, que les petits fragmens ont de la peine à ne faire qu'une seule pièce par la fusion, et qu'ils restent souvent comme ceux de l'argent en globules séparés. Aussi pour les réunir en une seule masse homogène, ce qu'ils nomment *assembler l'or*, ils jettent dans leur creuset un peu de nitre ou de borax, qui paraît en détruire les petits corps étrangers, les poussières dont les petits fragmens d'or et d'argent étaient enduits, et qui les empêchaient de se réunir. Une autre observation de pratique non moins importante sur la fusion de l'or, c'est que si on ne lui donnait que le simple degré de chaleur nécessaire pour le fondre, il resterait cassant après son refroidissement: on est obligé de l'élever à une beaucoup plus haute température que celle qui suffit à sa fusion pour lui conserver sa ductilité. Le même inconvénient a lieu si on le laisse refroidir trop subitement, si on le coule dans une lin-

gotière ou dans un moule froid : il faut donc bien chauffer ces ustensiles avant d'y couler l'or en fusion.

11. En augmentant la chaleur de l'or fondu, il semble prendre une forme plus convexe à sa surface, tandis qu'il s'aplatit quand il se fige. Lewis attribue à cet effet le peu d'exactitude des formes que l'or pur prend dans les moules. Si on le laisse refroidir lentement, et si au moment où il se fige à sa surface on fait écouler, en brisant la croûte solide, la portion liquide qu'elle recouvre, il affecte, dans la cavité que laisse cette portion décantée, une forme cristalline et régulière que Mongez et Tillet ont obtenue et bien décrite : ce sont des pyramides quadrangulaires très-prononcées, ou des octaèdres réguliers. Il présente la même forme dans la nature. En continuant à le chauffer, lorsqu'il est en fusion parfaite, on le voit s'agiter, tourner, pour ainsi dire, sur lui-même, et prendre une espèce de mouvement d'ébullition. Ce phénomène, bien observé au foyer de la lentille ardente de l'académie par Homberg et Macquer, et qu'on peut voir toutes les fois qu'on en fond un petit globule au chalumeau, se termine par une véritable volatilisation de l'or : et quoique cette sublimation, cette évaporation soient moins marquées que celles de l'argent ; quoique l'or soit réellement moins volatil que celui-ci, sans doute à raison de sa densité presque double, il s'élève cependant en vapeur ; et Macquer l'a vu, sous la forme de fumée, portée à cinq à six pouces d'élévation, se figeant et s'attachant à la surface d'une lame d'argent, la dorer d'une manière fort exacte : aussi éprouve-t-on un léger déchet sur l'argent et l'or qu'on tient long-temps fondus à ces hautes températures qui les agitent et les réduisent en vapeurs.

12. L'or n'a ni saveur ni odeur : ce qu'il doit au rapprochement de ses molécules, à leur densité ; et il ne présente pas, au moins d'une manière aussi marquée, cette atmosphère qui enveloppe ou entoure la plupart des autres matières métalliques, si bien caractérisées par ces deux propriétés qui les

distinguent. Cependant l'or est très-bon conducteur du fluide électrique, et de cette puissance irritante de l'organe musculaire, nommée Galvanisme dans les expériences modernes.

C. *Histoire naturelle.*

13. C'est encore un problême en minéralogie et en chimie que de savoir si l'or est minéralisé dans le globe, et s'il n'est pas au contraire simplement disséminé dans les mines très-variées de nature et de propriétés où il est contenu et d'où on le retire. Souvent il est à l'état métallique et brillant; mais il y a tant de minéraux divers où on le montre, et d'où on l'extrait, que, pour prendre une idée convenable de son histoire naturelle, il est indispensable de traiter d'abord de l'or natif, ensuite de l'or caché dans les minérais aurifères, de quelque nature que soient ces minéraux.

14. L'or natif, si reconnaissable par sa couleur, son brillant, sa pesanteur, se trouve si fréquemment à la surface et dans l'intérieur du globe, quoique toujours peu abondamment en général, que Bergman a pensé qu'après le fer ce métal était le plus universellement répandu. Sous la forme de petites masses isolées, de lames, de filets ou de grains, il roule avec le sable dans les eaux des fleuves et des rivières qui l'ont arraché aux montagnes ou aux terrains où elles prennent leur source. C'est ainsi qu'on le rencontre souvent au Pérou, en Afrique, en France, en Allemagne. En Afrique, cinq livres de sable contiennent souvent 63 grains d'or, tandis qu'en France il est assez rare de trouver du sable qui, sur cent livres, en tienne plus de 20 à 24 grains. Cependant ce sable peut être exploité avec avantage. On a même proposé, à la vérité sans succès, de travailler un sable de Hongrie, dont 16,000 livres ne tiennent que 10 à 12 grains d'or. Le sable le plus aurifère est celui qui est rouge ou brun.

Le second état où se trouve l'or natif est celui de parcelles

ou de morceaux plus ou moins gros ou sensibles, renfermés dans une gangue pierreuse, presque toujours de quartz, quelquefois de jaspe, de cornéenne, etc. Le Pérou, le Mexique, la Sibérie, la Hongrie, le Tyrol, la France, etc., l'offrent plus particulièrement dans cet état. La forme de cet or natif varie beaucoup; il est en lames, en paillettes, en grains, en cristaux octaèdres, en prismes tétraèdres, en pyramides à quatre faces, en filets capillaires ou en masses irrégulièrement arrondies, qu'on nomme *rognons*. C'est cette mine d'or qui donne naissance au sable aurifère.

15. Il ne faut pas croire que l'or natif soit de l'or pur; il est allié à du cuivre, à de l'argent, à du fer, même à du mercure : voilà ce qui lui donne les couleurs si variées qui distinguent l'or de tel ou tel pays, le jaune pâle, le jaune foncé, le jaune rougeâtre, le jaune verdâtre, l'or bien ductile, l'or roide, l'or pliant, l'or cassant; car il présente toutes ces propriétés dans les divers morceaux d'or natif de différens pays que l'on compare entre eux : de sorte qu'en regardant cet or natif comme une véritable espèce parmi les mines de ce métal, c'est plutôt parmi les alliages naturels qu'il faudrait le placer, dans un système minéralogique fondé sur la nature intime des fossiles, le seul que les connaissances actuelles engagent aujourd'hui à admettre.

16. M. Kirwan compte cinq espèces de mines qui contiennent de l'or, et qu'il range conséquemment à la suite de la seule véritable espèce des mines de ce métal, c'est-à-dire, de l'or natif; savoir, les pyrites jaunes ou martiales, les pyrites arsenicales; la mine d'argent blanche, rouge ou vitreuse; la mine sulfureuse d'argent, de fer, de plomb et de manganèse de Transylvanie; enfin, le cuivre et le fer sulfurés avec du manganèse. Il est vrai qu'il ajoute, au commencement de chacun de ces articles, les mots *or mêlé;* ce qui annonce manifestement qu'il regarde ces mines comme autant de mélanges, et qu'il pense avec Bergman que l'or n'est que

disséminé et non minéralisé. Bergman observe en effet, d'après l'examen de plusieurs pyrites aurifères, que l'or qu'on en extrait par leur digestion dans l'acide nitrique est en petits grains anguleux, qui prouvent que ce métal existait à l'état de simple mélange et de non composition dans les pyrites. Ainsi les mines de cuivre, d'argent, de plomb, de fer, de cobalt, d'antimoine, d'où l'on extrait souvent de l'or par les travaux docimastiques et métallurgiques, paraissent contenir ce métal simplement disséminé entre leurs molécules; et l'on peut penser que lorsque ces mines se décomposent, s'effleurissent, se sulfatisent et se dissolvent, l'or qui s'en sépare est alors roulé par les eaux, déposé dans les sables comme s'il était de l'or natif.

17. Peut-être cependant est-il nécessaire de distinguer de ces mines, où l'or paraît être disséminé avec toutes ses propriétés, celles de Faltzbay, d'Offenbaya et de Nagyag en Transylvanie, dans lesquelles de Born avait d'abord soupçonné, avec plusieurs autres minéralogistes, que l'or était combiné avec le soufre, l'antimoine, l'arsenic, le fer et l'argent, et dans lesquelles M. Klaproth a depuis peu (janvier 1798) trouvé le métal nouveau nommé *tellure*, puisque ce métal, qui avait été pris auparavant pour de l'antimoine, paraît avoir une grande attraction pour l'or. Cependant le chimiste de Berlin ne s'est point encore expliqué sur cet objet; et ce qu'on a fait sur les autres minérais aurifères, où l'or est disséminé, permet de croire qu'il présente dans celles-ci le même état de simple mélange. Il faut noter ici, qu'excepté l'*aurum* ou *metallum problematicum* de Faltzbay, où l'or n'est contenu qu'à la proportion très-petite de deux millièmes, la mine d'Offenbaya en contient 0.30, la mine jaune de Nagyag en recèle 0.27, et la mine feuilletée grise du même lieu en renferme 0.08 et demie.

18. Il résulte donc de ce qui vient d'être exposé sur l'histoire naturelle de l'or, que ce métal n'existe pur et bien isolé dans

aucun fossile ; qu'il est toujours dans l'état d'alliage ; que c'est là même son état unique dans le globe ; que souvent il est disséminé ou mélangé dans d'autres mines, et qu'on ne connaît, ni sulfure, ni oxides, ni sels d'or dans la nature : ce qui tient manifestement au peu d'attraction que l'or exerce sur les autres corps naturels, et à la force qui rapproche ses propres molécules, comme le prouveront tous les faits de son histoire chimique.

D. *Essais et métallurgie.*

19. Il n'y a pas d'essais plus simples et plus faciles à faire que ceux des mines d'or, lorsqu'ils n'ont lieu que sur ce qu'on nomme *or natif ;* mais quand il est question de minérais sulfureux aurifères, on trouve plus de difficultés : c'est par la voie humide seulement qu'on doit y procéder, et ce sont les procédés indiqués par Bergman qui réussissent le mieux, et qui doivent être employés. L'or natif, ordinairement allié de cuivre, d'argent et de fer, est traité par l'acide nitro-muriatique. L'argent se dépose spontanément en muriate d'argent indissoluble, dont un cinquième du poids appartient à ce métal ; l'or est précipité en poussière fine par le sulfate de fer ; le fer est indiqué par le prussiate de potasse, et le cuivre est séparé par le fer : on fait chacune de ces opérations sur des portions particulières d'or natif.

20. Les sulfures de fer aurifères sont réduits en poudre : on les fait digérer dans de l'acide nitrique délayé à 45 degrés de température, en employant à plusieurs reprises six parties de cet acide pour une partie de mine, jusqu'à ce que le soufre soit séparé pur et sous sa couleur naturelle. Il faut douze à à seize parties d'acide pour une partie de pyrite. Le soufre reste à la surface de la liqueur, et l'or se trouve au fond en poudre brune. On le sépare de la gangue indissoluble par le lavage : c'est sur ces particules d'or qu'on observe la forme

anguleuse qui annonce qu'elles étaient disséminées dans la mine. Les autres métaux, le fer, le cuivre, le zinc et les gangues terreuses, calcaires et alumineuses, qui peuvent exister dans les sulfures aurifères, se reconnaissent et se séparent à l'aide des différens procédés indiqués dans les articles qui les concernent. Les poids réunis de toutes les substances obtenues à part doivent répondre au poids total de la mine. On voit bien que les mêmes procédés peuvent servir à l'analyse de tous les minérais aurifères, de quelque nature qu'ils soient.

21. Quant aux mines d'or de Transylvanie, où M. Klaproth a trouvé le nouveau métal qu'il a nommé *tellure*, voici comment il en a fait l'essai analytique. Il les a fait chauffer dans six parties d'acide muriatique, en ajoutant trois parties d'acide nitrique qu'il a fait bouillir ; par ce moyen il a obtenu une dissolution complète ; il a précipité cette dissolution par la potasse caustique, qu'il a employée assez abondamment pour redissoudre le dépôt blanc formé d'abord ; il est resté des flocons bruns composés d'oxides d'or et de fer. Il a versé de l'acide muriatique dans la dissolution alcaline, jusqu'à ce qu'il ne se précipitât plus de poussière blanche, en évitant de mettre un excès de cet acide : il a traité cette poudre avec une huile grasse dans une cornue qu'il a chauffée jusqu'à la faire rougir. Cet oxide de tellure s'est réduit en métal blanc, brillant et cristallisé, dont une partie s'est volatilisée, qu'il a examiné en particulier, et dans lequel il a trouvé les propriétés que j'ai indiquées ailleurs. M. Bindheim avait déja analysé avant M. Klaproth la mine de Nagyag par un procédé qui peut avoir son avantage pour trouver et extraire l'or, quoiqu'il ne lui ait pas fait découvrir le métal particulier qui y est contenu. Après avoir tenu la mine pulvérisée dans un creuset ouvert jusqu'à ce que tout le soufre fût brûlé, il a jeté le résidu encore chaud dans l'eau, et il en est resté une matière brune rougeâtre indissoluble. Il l'a fait digérer sèche dans trois parties d'acide nitro-muriatique ; il y a ajouté de

l'éther qu'il a fortement agité : l'éther a enlevé l'or qu'il a réduit ; et après l'avoir fait évaporer à l'aide de la chaleur, ce métal est resté pur et ductile.

22. Les procédés suivis dans l'extraction de l'or sont simples et faciles à concevoir, d'après tout ce que j'ai déja exposé sur les travaux métallurgiques dans tous les articles précédens. Le sable aurifère des rivières est lavé à la main dans des sebiles de bois par des hommes qu'on nomme *orpailleurs*. L'or natif ne demande qu'à être extrait de sa gangue et réuni : pour cela on le fait passer au bocard ; on le lave pour entraîner la gangue réduite en poussière légère que l'eau emporte ; on la broie dans un moulin plein d'eau avec dix ou douze fois son poids de mercure ; on décante l'eau, qui entraîne tout ce qui est terreux. L'amalgame une fois séparée de la terre, et bien brillante, est exprimée dans des peaux pour séparer la portion de mercure excédente à la dissolution de l'or. La portion épaisse et solide que laisse l'expression est chauffée dans des cornues de grès, qu'on fait bien rougir, pour obtenir à part le mercure, et l'or qui reste est fondu et coulé en *barres* ou en lingots.

Quant à l'or qui est disséminé ou combiné dans les mines d'argent, de cuivre ou de plomb, on l'extrait par la liquation, la coupellation et le départ. Le plomb qui coule pendant la liquation du cuivre argentifère et aurifère, entraîne avec lui l'argent et l'or ; on le coupelle ensuite pour scorifier le plomb. L'or et l'argent restent intacts et alliés ; on les sépare par le départ qui sera décrit en parlant de cet alliage. On a proposé de traiter les pyrites aurifères par l'amalgamation, dont la réussite, déja constatée en Allemagne et au Pérou, prouve que l'or y est dans un simple état de dissémination, et non combiné.

23. De tous les métaux connus jusqu'ici, l'or est le plus indestructible et le plus inaltérable par le contact de l'air ; il est le seul d'entre eux qui y conserve son éclat, son brillant,

sa couleur et toute sa pureté ; le seul qui résiste aux siècles même accumulés. Les dorures de tous les édifices publics, que les chimistes ont coutume de citer pour prouver cette inaltérabilité de l'or par l'air et par les vapeurs qu'il transporte, ne sont encore que des exemples faibles en comparaison de ces étoiles d'or attachées aux voûtes des temples bâtis il y a des milliers d'années par les Égyptiens, et que des voyageurs modernes ont vues récemment briller de tout leur éclat sur les débris de ces voûtes immenses échappées à travers les siècles à la faulx du temps. L'or s'éloigne beaucoup, par cette belle propriété, de l'argent, dont la couleur se ternit, et qui prend une couleur noire par sa longue exposition à l'air.

24. Quelque forte et quelque durable que soit la chaleur des fourneaux à laquelle on tient l'or fondu, elle n'est point suffisante pour l'altérer et en convertir même une parcelle en oxide. Clavéus, Kunckel, Boyle ont tenu ainsi, pendant des mois entiers, de l'or en fusion au plus grand feu des fourneaux, et ils n'y ont remarqué aucune altération. Le citoyen Baumé dit avoir tenu pendant une année entière de l'or en feuilles, broyé en poussière fine et continuellement rouge de feu, dans un vase où l'air pénétrait, sans qu'il lui soit arrivé de changement sensible. Les alchimistes ont cependant prétendu que, par un feu de réverbère, ce métal était susceptible de s'oxider. On remarque que quand l'or est bien fondu et bien incandescent, il présente à sa surface une flamme verdâtre ou couleur d'eau bien sensible. Mais il est évident aujourd'hui que si l'on n'a rien fait éprouver dans les expériences, c'est qu'on n'a point employé une température assez élevée, comme les résultats suivans le démontrent.

25. Homberg ayant exposé de l'or pur au foyer de la lentille ardente de Tchirnausen, avait vu ce métal fumer, se réduire en vapeur et se couvrir d'un oxide vitrifié violet. Ce fait avait été attribué à des corps étrangers, et sur-

tout au charbon qui servait de support à l'or, jusqu'à l'époque où Macquer reprit les expériences de Homberg à la nouvelle lentille de l'académie, beaucoup plus forte que celle de Tchirnausen. Après avoir vérifié la volatilisation de l'or en fumée, et l'avoir vu, au foyer de ce miroir, agité d'un mouvement rapide sur lui-même, il a observé qu'il se couvrait d'une pellicule matte et ridée, qu'il se formait à la longue au milieu de cette espèce de voile une vitrification solide, faisant une portion de sphère plus petite que le globule d'or, et y étant comme enchâssée à la manière de la cornée transparente sur le globe de l'œil. Cette vitrification s'est peu à peu étendue, et a formé une calotte très-visible, tandis que l'or diminuait en même temps; le support a toujours été imprégné d'une trace purpurine manifestement due à un peu de verre absorbé. Ainsi l'on ne peut pas douter que l'or ne s'oxide par ce procédé, sur-tout lorsque par d'autres états de ce métal on trouve qu'il est susceptible de prendre souvent cette forme de poussière brune ou pourpre foncée; couleur qui est un des indices d'après lesquels on reconnaît le plus surement son oxidation.

26. Le citoyen Comus a le premier décrit, en 1773, l'effet de l'électricité sur une feuille d'or placée entre deux cartes, et indiqué qu'il se changeait en une poussière violette adhérente au papier qui lui paraissait être une *chaux* d'or, comme on nommait alors les oxides métalliques. On savait déja depuis long-temps que l'or prenait la même couleur par le contact et l'ébullition de l'acide nitrique dans le départ, et qu'il la donnait aux verres et aux émaux dans les couvertes et les peintures sur porcelaine; mais les chimistes n'en regardaient pas plus ces changemens de l'or comme le produit d'une oxidation, parce qu'ils voyaient ces couleurs repasser facilement et promptement au brillant de l'or par l'action du feu. Ils étaient donc portés à regarder cette oxidation comme une simple division de ce métal, jusqu'à ce que le

citoyen Van-Marum eût trouvé dans les grands effets de la machine électrique de Teyler, établie à Harlem, le moyen de brûler l'or avec un tel éclat, qu'il ne fût plus permis de douter de sa véritable combustibilité. Un fil d'or suspendu à l'air et mis en communication avec un conducteur électrique, de manière à le faire traverser par l'étincelle foudroyante, se brise, s'allume avec une flamme verte très-sensible, se réduit en une poussière que l'air emporte comme une fumée; il ne faut même que très-peu d'air pour favoriser la combustibilité de l'or; on a été jusqu'à penser d'après l'inflammation de ce métal obtenue par l'étincelle électrique dans des récipiens pleins de gaz hidrogène et d'autres fluides élastiques qui ne peuvent point servir à la combustion, que cette expérience pourrait faire une forte objection à la doctrine pneumatique; mais la découverte de la décomposition de l'eau par l'électricité, et la présence constante de ce liquide dans la plupart des gaz ont détruit cette objection. On sait que de même l'oxidation de l'or en violet a lieu sur les dorures que frappe ou que parcourt la foudre quand elle tombe sur les maisons.

27. L'oxide d'or, formé par les divers procédés que je viens d'indiquer, est facile à réduire; il n'adhère que peu avec l'oxigène qui lui est uni. Le contact du calorique seul suffit pour l'en dégager et pour remettre plus ou moins promptement l'oxide à l'état métallique. Il paraît que cet oxide pourpre contient environ cinq à six pour cent d'oxigène; que ce n'est pas le dernier terme de l'oxidation de l'or, que l'on peut porter à huit ou dix pour cent d'oxigène, comme je le ferai voir plus bas; qu'il est impossible par la seule action de l'air, d'une haute température et de la commotion électrique, de pousser plus loin cette oxidation de l'or qu'au violet; que l'oxide pourpre d'or, obtenu en si petite quantité et si difficilement par ces procédés, n'est pas susceptible d'absorber à l'air la portion d'oxigène à laquelle il peut être uni dans d'autres opérations chimiques; qu'il est en conséquence inaltérable à l'air, et

qu'il y conserve long-temps sa brillante et riche couleur ; que cependant une longue exposition à la lumière du soleil, quand cet oxide n'est pas engagé dans une combinaison vitriforme, le décompose et le réduit à l'état métallique.

F. *Union avec les corps combustibles.*

28. Il y a beaucoup de corps combustibles avec lesquels l'or peut se combiner ; l'azote, l'hidrogène, le carbone, le soufre et le diamant ne contractent cependant pas d'union avec lui. L'hidrogène réduit facilement son oxide pourpre et même son oxide plus avancé uni aux acides dont je parlerai bientôt. On a cru que le charbon recouvrant l'or fondu le rendait aigre ; mais les procédés qu'on suit dans quelques ateliers monétaires, en jetant du charbon dans les creusets où on le fond, prouvent le contraire de cette assertion. Le soufre a si peu d'attraction pour l'or, et tant d'ailleurs pour les autres métaux, qu'on l'a employé pour séparer ceux-ci, et sur-tout l'argent de l'or, comme je le dirai en parlant des alliages de ce dernier métal. Les sulfures alcalins ont la propriété de dissoudre facilement l'or. Quand on fait fondre dans un creuset parties égales de potasse ou de soude et de soufre avec un huitième de leur poids total d'or en feuilles, celui-ci se combine avec le sulfure et disparaît. Cette matière, coulée sur une plaque et dissoute dans l'eau, n'offre aucune trace de l'or métallique. Tout est dissoluble dans l'eau ; on peut précipiter le soufre et l'or par les acides, et obtenir l'or pur et isolé en chauffant le précipité dans un creuset, jusqu'à ce que le soufre soit volatilisé. Il n'y a pas lieu de douter que dans cette combinaison l'or ne soit à l'état d'oxide pourpre, et que son oxidation ne soit provoquée par la décomposition de l'eau, due au sulfure alcalin. Il est difficile d'expliquer comment Stahl a pu faire une dissertation sérieuse sur la prétendue dissolution du veau d'or des Israélites, et pour prouver que Moyse avait fait cette dissolution au moyen du sulfure de potasse ou *foie de soufre*.

29. Pelletier a prouvé que le phosphore se combinait à l'or en chauffant dans un creuset un mélange d'une partie d'or en limaille fine, avec deux parties d'acide phosphorique vitreux et d'un huitième de charbon ; une grande partie du phosphore dégagée de l'acide s'est volatilisée, mais il en est resté une petite quantité unie à l'or : ce métal était plus blanc et fragile ; il avait une apparence de cristallisation ; il ne paraissait contenir qu'un vingt-quatrième de son poids de phosphore. Il est parvenu également à combiner le phosphore avec l'or en jetant du phosphore sur de l'or bien rouge dans un creuset ; il a eu le même résultat que dans la première expérience : l'or a pris un vingt-quatrième de son poids de phosphore. Il est devenu pâle, grenu, cassant, et un peu plus fusible qu'il n'était. Le phosphore s'en sépare en vapeur et en s'enflammant, lorsqu'on tient quelque temps en fusion le phosphure d'or.

30. L'or est susceptible de s'allier à la plupart des substances métalliques, qui changent singulièrement ses propriétés. L'arsenic le rend aigre, cassant, difficile à limer, d'un tissu grenu et sur-tout très-pâle ; il devient en même temps très-gris par cette espèce d'alliage. On lui enlève l'arsenic par l'action du feu ; mais il faut qu'il soit fort et long-temps continué, parce que les dernières portions d'arsenic tiennent beaucoup à ce métal. Cet alliage n'a encore été employé à aucun usage.

On n'a point encore examiné l'union de l'or avec le tungstène, le molybdène, le chrome, le titane, l'urane et le manganèse.

31. La combinaison de l'or et du cobalt n'est pas sensiblement différente de ce dernier métal pur, suivant les chimistes qui en ont parlé. Vallerius dit que cet alliage, réduit en poudre fine et chauffé avec le contact de l'air, donne, après son oxidation et par la chaleur forte, un verre bleu foncé aurifère.

Cronstedt, en parlant de l'union du nickel avec l'or, ne dit autre chose, sinon qu'elle donne une masse blanche et fragile.

32. Le bismuth, fondu avec l'or, fournit aussi un alliage

cassant, dont la fragilité est relative à la proportion de bismuth employée. On ajoute que la pesanteur spécifique de cet alliage est plus grande que la moyenne qui semblerait devoir résulter de la pesanteur des deux métaux combinés.

33. L'antimoine uni à l'or le rend aussi aigre et cassant. Cet alliage, fait à parties égales, ne s'éloigne pas beaucoup de l'or par sa forme, suivant quelques auteurs. Les alchimistes ont souvent employé cette combinaison dans leurs recherches. Ils nomment l'antimoine ridiculement le *bain du roi*, le *bain royal*. Ils prétendaient que la quantité de l'or augmentait quand on le séparait de l'alliage, après l'avoir fait fondre avec ce métal; mais des expériences exactes ont prouvé que cette assertion était fausse, et que c'était pour ne l'avoir pas entièrement purifié, qu'ils y avaient laissé une surcharge d'antimoine. On a aussi beaucoup employé autrefois le sulfure d'antimoine pour affiner l'or, pour en séparer, à l'aide du soufre, les métaux qui lui étaient unis. C'était parce que le sulfure d'antimoine agissait ainsi sur toutes les substances métalliques, et non sur l'or, que, dans le langage figuré des alchimistes, on nommait ce minéral le *loup des métaux*. Quand on a séparé de l'or les métaux qui l'altéraient par le moyen du sulfure d'antimoine, on obtient de l'or allié d'antimoine, et on le purifie ou on le raffine en le tenant plus ou moins long-temps en fusion et en aidant à la fin l'oxidation de l'antimoine par le nitre. C'est souvent pour séparer de l'or l'étain ou le fer qu'on ne lui enlève que très-difficilement par la coupellation avec le plomb ou le bismuth, qu'on emploie le sulfure d'antimoine; mais il y a plusieurs autres moyens d'opérer cette séparation, comme je le ferai voir.

34. L'or s'unit très-facilement au mercure. Le citoyen Guyton a trouvé que c'était de tous les métaux celui qui, appliqué en plaque sur le mercure coulant, exigeait le plus grand effort pour en être séparé; il représente cet effort par le nombre quatre cent quarante-six, tandis qu'il n'a eu besoin que d'un poids égal à

quatre cent vingt-neuf, pour enlever l'argent, comme je l'ai dit ailleurs. Dès que le mercure touche l'or, il s'aplatit, s'étend sur tous les points de sa surface, la pénètre, la recouvre exactement, et fait disparaître sa couleur. Tous ceux qui emploient le mercure dans leurs travaux connaissent bien cet effet, et évitent soigneusement tout contact entre les deux métaux. Une plaque, un lingot, un vase, un ustensile quelconque d'or qu'on plonge quelques momens dans le mercure, s'en pénétrent au point qu'ils deviennent promptement fragiles: s'ils y séjournent long-temps, ils s'y amollissent et s'y fondent tout-à-fait. Aussi a-t-on compté le mercure parmi les dissolvans des métaux. Quand on broie ou qu'on triture des feuilles d'or avec du mercure, ces feuilles se rapprochent très-promptement et se resserrent tout-à-coup dans le mercure qui les absorbe; on peut charger ainsi à froid le mercure de toute la quantité d'or à laquelle il est susceptible de s'unir. Vallerius a remarqué qu'une partie d'or avait la propriété d'épaissir dix parties de mercure. Quand on augmente la proportion de l'or, l'amalgame prend de la solidité. En faisant l'opération en grand, comme elle se prépare dans les ateliers des doreurs, on favorise la combinaison du mercure et de l'or par l'action d'un feu doux. Cette amalgame saturée d'or est d'un jaune plus ou moins intense; elle est fusible à une chaleur légère, se cristallise en feuillets ou en prismes quadrangulaires, ou en dendrites composées de petits octaèdres par le refroidissement: une grande chaleur la décompose et en dégage le mercure, mais on n'en extrait les dernières portions qu'avec difficulté. Aucun métal ne sépare l'or du mercure, et il paraît que l'or peut au contraire enlever le mercure aux autres métaux.

Quoique l'or soit, comme je l'ai fait voir, très-difficile à oxider par l'air aidé de l'action du feu, les alchimistes avaient annoncé depuis long-temps qu'on pouvait le *calciner* par le moyen du mercure. Le citoyen Baumé dit avoir réussi dans cette expérience. Elle consiste à mettre du mercure tenant un

quarante-huitième de son poids d'or dans un matras à fond plat, dont le col soit tiré à la lampe, et cassé dans son extrémité capillaire ; à placer ce vase sur un bain de sable, et à le chauffer comme on fait le mercure seul quand on veut le changer en oxide rouge, qu'on nommait autrefois *précipité per se*, c'est-à-dire, à le tenir légèrement et continuellement bouillant pendant plusieurs jours de suite : on obtient, d'après le chimiste cité, les deux oxides de mercure et d'or à la fois, dans un espace de temps même plus court que celui qui est nécessaire à l'oxidation du mercure seul. Ce phénomène, s'il est confirmé par de nouvelles recherches, prouvera que la division de l'or opérée par le mercure favorise singulièrement sa combinaison avec l'oxigène, et que même, unis ensemble, ces deux métaux accélèrent réciproquement leur propre oxidation.

L'amalgame d'or est spécialement employée pour la dorure en or moulu sur l'argent, le cuivre, et même le fer.

35. L'or s'allie aisément au zinc par la fusion : il résulte de cette union un alliage plus pâle que l'or, peu malléable, souvent même entièrement cassant, si la proportion du zinc est un peu considérable. Cet alliage, fait à parties égales des deux métaux, d'une pesanteur spécifique au-dessus de la moyenne, donne un métal très-aigre, d'un grain fin et serré, très-dur, susceptible d'un beau poli, peu altérable par l'air, et qui, à raison de ces propriétés, a été recommandé par Hellot pour la fabrication des miroirs de télescope. Si on unit une partie d'or à dix parties de zinc, et qu'on fasse enflammer cet alliage fondu dans un creuset, le zinc sublimé dans l'air entraîne avec lui l'or, suivant la remarque des anciens chimites ; remarque qu'ils ont également appliquée à l'antimoine : voilà pourquoi ils ont conseillé de ne pas chauffer trop violemment l'antimoine aurifère, pour n'en pas perdre sensiblement. L'or allié de zinc est facilement séparé par tous les acides qui dissolvent avec effervescence le dernier de ces

métaux sans toucher au premier. Cependant les dernières portions de zinc sont défendues de l'action des acides par l'or: voilà pourquoi il faut joindre l'action du nitre à celle des acides. On a observé que le zinc ne passe pas facilement à la coupelle, et s'élève plutôt au-dessus de l'or en champignon oxidé, quand on veut l'entraîner par le plomb. C'est dans ce cas qu'on a conseillé le bismuth; mais il ne réussit pas non plus complétement.

36. L'or se combine très-facilement et très-promptement par la fusion avec l'étain. Cet alliage est redouté de tous les ouvriers qui travaillent l'or, parce qu'il lui ôte toute sa ductilité: on craint même pour l'or la simple vapeur de l'étain fondu, qu'on assure être également capable de rendre l'or très-cassant. Cet alliage est en effet si fragile qu'on peut le réduire en poudre dans un mortier. Suivant Vallerius, cette poudre, chauffée avec le contact de l'air, noircit et blanchit ensuite; elle ne devient ni jaune, ni rouge; on n'y aperçoit point de molécules d'or avec les plus fortes loupes; même après avoir poussé l'oxidation fort loin, le mercure ne peut pas non plus en séparer l'or. Quand on vitrifie cet oxide mixte, on a un verre jaune; il en sépare en même temps une portion de métal composé d'étain et d'or, indiqué par Brandt. Le même alliage est moins dense que les deux métaux ne l'indiquent au calcul, selon les essais de Kraft.

Quelque soin qu'on apporte à éviter d'allier l'or avec l'étain, cet alliage se rencontre souvent chez les orfèvres, en raison des bijous soudés à l'étain, qui, quoique grattés avant de les mettre en fonte, en retiennent toujours assez pour ôter la ductilité à des masses même considérables d'or. Cet or, altéré par l'étain, est très-difficile à purifier et à rendre bien ductile. L'étain ne passe point à la coupellation avec le plomb, ni même avec le bismuth; le nitre, le borax, et même le muriate suroxigéné de mercure qu'on emploie si souvent dans cette intention, ne réussissent pas toujours à l'affiner. S'il

s'adoucit par ces divers moyens, il conserve encore souvent le défaut de se défendre et de se gercer sous le marteau. Il n'y a pas de meilleur procédé pour réussir à cet affinage que le traitement par le sulfure d'antimoine. On peut aussi se servir de l'action de l'acide muriatique, qui dissout l'étain quand il est dans une proportion un peu forte.

37. Le plomb qui s'unit facilement à l'or par la fusion, ne lui ôte pas autant de sa ductilité que l'étain, quoiqu'il lui en fasse perdre sensiblement; sa couleur est fort altérée et devient terne. Juncker assure qu'en fondant du plomb dans un vase à ouverture étroite, sur laquelle on place de l'or exposé à la vapeur du premier métal pendant une heure, la pièce d'or est devenue friable. L'alliage de l'or avec le plomb est un de ceux qu'on purifie et qu'on décompose avec le plus de facilité, à cause de l'oxidabilité et de la vitrification si faciles du plomb. Il suffit de le tenir long-temps en fusion et rouge avec le contact de l'air, sur-tout dans un vase poreux et capable d'absorber l'oxide de plomb vitrifié, pour priver entièrement l'or du mélange de ce métal. C'est aussi ce qu'on fait lorsqu'on coupelle de l'or: cette coupellation, qui ressemble beaucoup à celle de l'argent, ne présente qu'une différence, c'est qu'elle peut, qu'elle doit même être faite à un feu plus fort, parce que le plomb abandonne plus lentement l'or qui en retient fortement les dernières portions, et parce que l'or, qui résiste beaucoup plus au feu, est moins sujet à éprouver du déchet que l'argent.

38. Le fer s'allie aisément à l'or et forme avec lui une masse dure et fragile. Lewis a trouvé quelques-uns de ces alliages si durs qu'il a dit qu'on pouvait en faire des rasoirs. Parties égales de fer et d'or donnent une masse grise; quatre parties de fer et une d'or forment un alliage qui a presque la couleur de l'argent. Gellert a observé que cet alliage a une pesanteur spécifique moins grande que la somme des densités respectives des deux métaux ne l'indiquait. L'or fondu adhère très-aisément au fer: aussi a-t-on proposé de souder les petites

pièces d'acier avec de l'or, et a-t-on remarqué que cette soudure était très-préférable à celle du cuivre. L'or altéré par le fer est très-difficile à purifier ; il n'y a que le bismuth qui puisse l'entraîner par la coupellation : le plomb ne peut pas servir à emporter le fer. Le sulfure d'antimoine est sur-tout bien approprié à cette séparation, à cause de la grande attraction du fer pour le soufre.

39. Le cuivre se combine intimement et facilement avec l'or par la fusion. Cet alliage est un des plus usités, parce que c'est celui de tous qui donne le plus de fermeté ou de dureté à l'or, trop mou par lui-même pour être employé seul et pur aux diverses fabrications auxquelles on le destine, et encore parce qu'au lieu d'affaiblir ou de voiler la couleur de l'or, il l'augmente et la rehausse très-sensiblement. Muschenbroëck a fait une suite de recherches intéressantes sur les alliages de l'or et du cuivre. Suivant lui, la proportion qui donne à l'or la plus grande fermeté sans diminuer sensiblement sa ductilité, c'est celle d'une partie de cuivre sur sept d'or. Cet alliage est plus fusible que l'or ; aussi sert-il spécialement à souder les pièces de ce dernier métal les unes avec les autres. Quand on veut purifier l'or et le séparer entièrement du cuivre qu'il contient, on le traite par la coupellation avec le plomb ; ce dernier métal, en s'oxidant et se vitrifiant, entraîne facilement le cuivre, qui s'oxide en même temps et se combine avec le verre de plomb, qui le fait passer dans les pores de la coupelle. On se sert aussi quelquefois du nitre, qu'on jette sur le métal allié en fusion ; mais ce procédé n'extrait que très-difficilement tout le cuivre qui se trouve uni à l'or. Le citoyen Brisson a trouvé qu'il y avait pénétration réciproque dans l'alliage d'or et de cuivre, et que la pesanteur spécifique de ce mélange était plus grande que la somme des pesanteurs spécifiques des deux métaux séparés. Ainsi l'or, à ce titre à Paris, c'est-à-dire contenant une partie de cuivre sur onze parties d'or, donne pour pesanteur spécifique 17.486 ;

tandis que s'il n'y avait point de pénétration entre ces deux métaux, elle devrait être seulement de 17.153, à peu près : ce qui fait une augmentation de densité d'environ $\frac{1}{51}$.

4o. L'argent s'allie bien à l'or. Homberg a remarqué que quand on fond parties égales de ces deux métaux dans un creuset, ils se séparent facilement, quoique l'or qui gagne le fond retienne cependant environ un septième de son poids d'argent. Justi a prétendu qu'on pouvait séparer ces deux métaux par la seule fusion long-temps continuée ; mais ce procédé ne mérite pas à beaucoup près l'éloge que son auteur lui a donné : l'or retient toujours de l'argent, et l'argent un peu d'or ; de sorte que l'on peut dire que ces deux métaux se séparent en deux alliages différens, l'inférieur qui est de l'or argentifère, et le supérieur qui est de l'argent aurifère. Quand on agite bien ces deux métaux fondus, il se forme un alliage homogène. J'ai déja remarqué d'ailleurs que l'argent affaiblissait beaucoup et couvrait même tout-à-fait la couleur du cuivre. Gellert a observé que l'alliage de l'or et de l'argent n'éprouvait qu'une légère augmentation de pesanteur spécifique. Muschenbroëck a trouvé qu'une partie d'argent donnait à deux parties d'or la plus grande consistance ou fermeté possible. Quant à la couleur, il est bien remarquable qu'un vingtième d'argent apporte un grand changement dans l'or, et le blanchit d'une manière très-frappante. Il faut encore observer que l'addition de l'argent donne de la roideur, de l'élasticité et de la dureté à l'or. On fait avec cet alliage de l'or jaune, des ors pâles et de l'or vert pour les bijous. L'orfévrerie et les monnaies employaient autrefois ce même alliage beaucoup plus qu'aujourd'hui : il sert encore pour souder l'or et pour les plaques à émailler, et il se rencontre fréquemment dans l'argent et l'or du commerce qu'il faut affiner. Toutes les dorures et tout ce que, dans les ateliers, on appelle le doré, sont des alliages d'or et d'argent dont il est nécessaire de connaître exactement les proportions,

et essentiel de séparer les deux métaux. Après les avoir passés à la coupelle avec du plomb, on les traite par l'acide nitrique qui dissout l'argent sans toucher à l'or : cette opération est une des plus importantes de la docimasie, une de celles qui méritent le plus d'être bien connues ; elle est du plus grand intérêt pour tous les arts qui s'exercent sur l'or et sur l'argent.

41. Quoique dans la chimie on nomme en général *départ* tout procédé qui a pour but de séparer les métaux les uns des autres, on applique plus particulièrement cette dénomination aux alliages d'or et d'argent, parce que ces deux métaux, plus importans et plus précieux que tous les autres, exigent des soins, des attentions que ne demandent point ceux-ci. Il y a différens procédés pour départir une masse composée d'or et d'argent. On commence d'abord en général par essayer de reconnaître la nature et la proportion d'alliage, à l'aide d'un moyen simple, mais pour la réussite duquel il faut beaucoup d'exercice et d'habitude ; aussi dans les ateliers un homme est-il souvent chargé en particulier de ce travail. Il est fondé, comme le départ lui-même, sur la dissolubilité et l'oxidabilité de l'argent, et sur l'inaltérabilité de l'or. Il consiste à frotter l'alliage sur une pierre dure ou un jaspe qui en retient une empreinte, sur laquelle on met quelques gouttes d'eau-forte : si ce n'est que de l'argent, tout est emporté ; si ce n'est que de l'or, la trace reste toute entière : ce qui en reste, comparé à ce qui est enlevé, sert à déterminer le titre de l'or. On voit bien que ce même moyen sert également à l'or allié de cuivre ; il est même plus souvent employé pour ce dernier, bien plus fréquent que le premier dans l'orfévrerie. On s'accoutume à juger habilement de ce premier essai à la touche ou à la pierre de touche, en commençant par s'exercer avec des alliages connus de toutes les proportions possibles, qu'on nomme *touchaux*. La couleur même de la trace laissée sur la pierre par l'alliage annonce aux hommes exercés la nature, ou au moins donne le rapport très-approché

de cet alliage. Mais si ce premier essai suffit pour juger de très-petites pièces, s'il donne une première notion suffisante pour guider dans l'opération qui doit servir à départir la masse alliée, il ne satisfait pas, à beaucoup près, celui qui veut connaître exactement l'alliage d'or et d'argent.

42. Il y a plusieurs procédés pour faire le départ d'une masse alliée d'or et d'argent : on distingue spécialement le *départ sec*, le *départ de cémentation ou concentré*, le *départ inverse*, et le *départ à l'acide nitrique* ou l'*eau-forte*. Le premier se fait à l'aide du soufre ; le second par un mélange de sulfate de fer et de sel marin qu'on cémente avec des feuilles de l'alliage dans un creuset : c'est l'acide muriatique oxigéné qui agit ici sur l'argent. Le départ inverse se fait par l'acide nitro-muriatique qui dissout l'or, et réduit l'argent en muriate insoluble. Ces trois premières espèces de départs sont rarement usitées, parce qu'elles sont ou embarrassantes ou peu exactes : c'est le départ à l'acide nitrique qui est le plus employé, le plus simple et le plus sûr. Pour faire le départ ordinaire, celui qui fait suite de l'essai et qui doit donner une connaissance positive de la nature de l'alliage, il faut d'abord que la proportion de l'argent soit au moins double de celle de l'or. La plupart des essayeurs exigent même que l'argent fasse les trois quarts de l'alliage ; et voilà pourquoi on ajoute souvent de l'argent à la masse pour arriver à cette proportion : ce qu'on appelle *inquartation*. Quand cette addition est faite, quand l'alliage bien coupellé ne contient plus que de l'argent et de l'or, on aplatit le bouton, qu'on prend ordinairement de trois grammes, sur le tas d'acier ; on le passe au laminoir, en observant de le recuire pour l'empêcher de se fendiller, et pour que la lame qui en provient soit bien entière : on fait cette lame assez forte pour résister et conserver sa forme, quoiqu'assez mince pour être facilement ployée ; on la roule sur une plume ou sur un moule de fer arrondi fait exprès ; on en forme un cornet qu'on introduit dans un petit matras co-

nique : on verse dessus environ sept à huit fois son poids d'acide nitrique bien pur ou d'eau-forte précipitée à trente-deux degrés de l'aréomètre, étendu de la moitié d'eau pure. On place le vaisseau sur un feu de cendre jusqu'à ce que l'effervescence et le dégagement du gaz nitreux soient bien établis ; on chauffe doucement tant qu'il y a des vapeurs rouges : quand elles sont passées, et quand l'effervescence cesse au moment où l'on retire le matras du feu, l'opération est terminée, l'argent est en grande partie dissous, l'or reste avec la forme de cornet, et une couleur pourpre foncée. Cependant pour être sûr d'emporter tout l'argent et de ne point laisser une surcharge de ce métal dans l'or, après avoir décanté doucement le premier acide de dessus le cornet, on y reverse encore quatre parties d'acide nitrique à trente degrés qu'on fait bouillir quelques instans : cette seconde opération, destinée à enlever tout l'argent à l'or, porte le nom de *reprise*. On décante encore l'acide avec précaution pour conserver le cornet d'or entier ; on lave avec de l'eau pure le cornet qui est devenu très-mince et criblé de beaucoup de trous ; on le fait ensuite tomber avec l'eau, en retournant avec précaution le matras dans le fond d'un petit creuset pour favoriser le glissement et la chûte du cornet d'or le long des parois du matras sans risquer de le briser ; on vide l'eau, et on fait recuire ou légèrement rougir le métal, qui reprend son brillant et sa belle couleur ; on le pèse avec des balances très-justes, et on juge de la quantité de l'alliage et même du titre de l'or par le poids qu'il a perdu. Pour avoir une connaissance très-exacte de ce titre, on divise en décimales la quantité d'or que l'on a essayée, et on estime, à l'aide de très-petits poids, les plus légères pertes qu'il a faites. On supposait autrefois cette masse d'or à essayer divisée en vingt-quatre parties, qu'on nommait karats, et chaque partie en trente-deux autres qu'on appelait trente-deuxièmes de karat. Le karat, dans le poids effectif qu'on nommait *semelle*, était d'un grain,

poids de marc; de sorte que le trente-deuxième de karat était un trente-deuxième de grain. Quelquefois le karat ne représentait qu'un demi-grain dans le poids nommé *demi-semelle*, et alors le trente-deuxième de karat était un soixante-quatrième de grain effectif.

43. Quelques chimistes ont pensé que dans le départ de l'or allié à l'argent il y avait un peu d'or dissous, comme semble l'annoncer la couleur pourpre foncée du cornet qui reste; mais il a été reconnu que cette quantité était si petite, qu'elle ne pouvait pas intéresser ni inquiéter le commerce : je reviendrai d'ailleurs sur ce fait dans l'histoire du traitement de l'or par les acides. Plusieurs docimastiques habiles, et surtout Cramer, Schindler et Schlutter, ont pensé que le cornet d'or de départ retenait un peu d'argent qu'ils nommaient *surcharge* ou *interhalt*; Hellot, Macquer et Tillet assurent, au contraire, qu'il n'en contient pas une quantité sensible. Le citoyen Sage dit néanmoins que l'or de départ dissous dans l'acide nitro-muriatique précipite toujours en quelques heures un peu de muriate d'argent.

44. Dans le départ en grand on ne prend pas les mêmes précautions que pour le départ d'essai, parce que ce n'est pas la proportion exacte entre les deux métaux que l'on cherche, mais seulement l'or affiné, l'or pur que l'on veut obtenir. On se contente de couler en grenailles l'or allié d'argent, de le mettre dans des matras à fond plat, ou même dans des bouteilles de grès; de verser dessus deux ou trois fois son poids d'acide nitrique à 38 ou 30 degrés; de chauffer sur un feu doux; de décanter la liqueur quand les signes de la dissolution sont passés, c'est-à-dire le mouvement d'effervescence et le dégagement du gaz nitreux; de verser une nouvelle et petite quantité d'acide qu'on fait bouillir sur le résidu; de recommencer une troisième fois cette ébullition avec une troisième addition d'acide, pour être sûr d'enlever tout l'argent; de laver l'or à plusieurs reprises avec beaucoup d'eau; de fondre l'or, qui

reste au fond des vases sous la forme de poussière et de fragmens pourpres foncés, dans des creusets où l'on projette un peu de nitre : c'est ce qu'on nomme *or de départ.* C'est dans cette opération qui constitue l'affinage de l'or, que l'on prépare en même temps l'argent pur, connu aussi sous le nom d'*argent de départ.* Pour l'obtenir, on verse dans des terrines de grès l'acide nitrique provenant du départ et les eaux du lavage de l'or; on les étend de beaucoup d'eau; on y plonge une plaque de cuivre qu'on y laisse séjourner pendant quarante-huit ou soixante heures : alors on décante la liqueur bleue ou la dissolution de cuivre qui s'est formée; on lave avec beaucoup d'eau l'argent métallique déposé par le cuivre en petits grains cristallisés et brillans; on le fait recuire pour avoir ce qu'on nomme improprement *argent en chaux*, ou on le fond et on l'assemble à l'aide du nitre qui le purifie encore pour le couler en lingots. La liqueur bleue ou la dissolution nitrique qui résulte de cette précipitation du nitrate d'argent de départ est spécialement employée, en Angleterre, à la préparation des *cendres bleues*, par son mélange avec la chaux éteinte : on a même prétendu qu'elle réussissait mieux que la simple dissolution immédiate de cuivre, ce qu'on attribuait à un peu d'argent qui y restait; mais c'est une erreur détruite par les expériences de Pelletier.

G. *Action sur l'eau et les oxides.*

45. Il est bien reconnu qu'il n'y a aucune action entre l'or et l'eau; et l'attraction de ce métal avec l'oxigène est trop faible pour qu'il soit possible qu'il l'enlève à l'hidrogène. Il y a cependant un cas où il paraît que l'or s'unit à l'oxigène de l'eau, mais sans que son attraction pour ce principe soit la cause déterminante de sa décomposition ou de la séparation de l'oxigène et de l'hidrogène : c'est celui où ces deux corps se trouvent en même temps exposés à la commotion électrique.

On a cru pendant quelque temps, après les brillantes expériences du citoyen Van-Marum sur l'inflammation des métaux par cette commotion, que cette inflammation pouvait avoir lieu dans le vide ou dans d'autres gaz que l'air atmosphérique. On avait même fait de ce phénomène qui paraissait bien vérifié une objection spécieuse contre la doctrine française ou pneumatique, lorsqu'on découvrit bientôt que l'eau était décomposée par l'étincelle électrique, et séparée en ses deux élémens gazeux : dès-lors il n'y eut plus rien d'obscur dans les expériences où l'on croyait opérer l'inflammation et l'oxidation de l'argent, de l'or et de beaucoup d'autres métaux, dans le vide ou sans gaz oxigène. On sentit que l'eau en vapeur dissoute dans les gaz, et décomposée par l'électricité, fournissait à ces métaux l'oxigène dont ils avaient besoin pour brûler ; et loin de rester une objection contre la chimie pneumatique, ce phénomène bien apprécié devient une des preuves les plus fortes, une des bases les plus solides de cette doctrine, dont le sort est aujourd'hui fixé. Il est permis de croire que c'est par une même attraction prédisposante, et à l'aide de la décomposition préliminaire de l'eau, que les sulfures alcalins oxident et dissolvent si facilement l'or ; dissolution et oxidation qu'il avait été impossible de concevoir et d'expliquer jusqu'ici.

46. L'or n'a aucune action directe sur les oxides métalliques ; loin de pouvoir les changer et leur enlever l'oxigène qui leur est uni, c'est au contraire l'oxide d'or qui cède le sien à tous les autres métaux : aussi voit-on ceux-ci lui enlever promptement et plus ou moins complétement ce principe, et faire reparaître l'or sous sa forme brillante et métallique, comme cela a lieu dans ses dissolutions. Il n'est pas même nécessaire pour cela que la plupart de ces métaux, ceux spécialement qui sont très-avides d'oxigène et susceptibles d'en absorber beaucoup, soient eux-mêmes à l'état métallique ; il suffit souvent qu'ils n'en soient pas complétement saturés,

comme on le reconnaît dans le zinc, l'étain et le fer, pour qu'ils puissent lui enlever, soit tout, soit partie seulement de celui qui lui est uni. On aura bientôt plusieurs exemples de ces effets intéressans. Il est aussi des cas où l'oxide d'or, en partageant seulement une portion de son oxigène avec d'autres oxides métalliques, reste avec eux dans des combinaisons qu'il colore de diverses nuances : c'est ce que je ferai observer plus bas, dans la composition des émaux, des verres colorés et des couvercles de poteries fines.

H. *Action sur les acides.*

47. Il y a une grande différence entre l'or et l'argent dans la manière dont le premier résiste à la plupart des acides ; tandis que, comme on l'a vu dans l'article précédent, l'argent est facilement oxidé et dissous par plusieurs d'entre eux. L'acide sulfurique le plus concentré aidé de la chaleur la plus forte, l'acide sulfureux, l'acide muriatique, le phosphorique, le fluorique et aucun autre n'ont d'action sur l'or, quelque long-temps qu'on les laisse en contact avec lui et de quelque manière qu'on le traite : il n'y a que les acides nitrique, nitro-muriatique et muriatique oxigéné qui aient ou une légère ou une forte action sur ce métal.

48. C'est Brandt qui a trouvé, en quelque sorte par hasard et en voulant faire le départ de l'or et de l'argent par l'acide nitrique concentré, versé plusieurs fois de suite, distillé à siccité et bouilli sur l'or qui restait après l'argent, que le premier de ces métaux se dissolvait, et donnait une couleur fauve à l'acide au point qu'il y avait plus d'or que d'argent dissous dans la dernière portion d'acide ajouté, puisque la proportion du premier était à celle du second, comme 19 est à 12. Cette expérience fut répétée plusieurs fois devant l'académie de Suède, et eut constamment le succès que l'auteur avait annoncé. L'acide nitrique était très-pur ; l'or fut précipité à l'état mé-

tallique et spongieux par l'argent qu'il y plongea. Lewis, en citant ce résultat, l'attribue à l'extrême concentration de l'acide poussé à siccité : Scheffer et Bergman l'ont confirmé. Cependant il a été reconnu en France par les expériences même du citoyen Sage, qui avait conclu que dans le départ l'or était un peu attaqué, que cette dissolution était très-faible ; qu'en général l'or ne perdait que très-peu de son poids ; que quand il était en masse il n'était presque point entamé ; qu'en lame mince ou en poudre fine il l'était davantage ; qu'alors il prenait une couleur purpurine foncée ; que la grande dissolution annoncée par Brandt ne provenait que de la concentration de l'acide presqu'à siccité, et qu'il n'arrivait rien de semblable dans l'opération du départ. Le citoyen Déyeux a fait depuis une autre observation intéressante sur la dissolubilité de l'or dans l'acide nitrique : c'est que cet acide le dissout d'autant mieux qu'il contient plus de gaz ou plutôt une plus grande quantité d'oxide nitreux, et qu'il agit alors sur ce métal comme une espèce d'acide nitro-muriatique, son vrai dissolvant, ainsi que je le dirai tout-à-l'heure. Tillet, qui ne voulait pas croire à la dissolubilité de l'or dans l'acide du nitre, pensait que la perte de poids que ce métal éprouvait dans cet acide n'était que la suite d'un effet mécanique ; que l'or était, pour ainsi dire, rapé ou limé par l'action de l'acide, et qu'il n'était que suspendu au lieu d'être dissous : mais les faits qu'il apportait comme preuve de cette assertion montrent véritablement le contraire. La dissolution nitrique d'or, exposée à la lumière du soleil, se décompose en effet, et on voit bientôt briller de petites lames d'or que le contact de la lumière a désoxidées. Cette dissolution filtrée laisse sur le papier une trace violette qui indique l'oxidation de l'or ; les alcalis en précipitent un véritable oxide et une lame d'étain, ainsi qu'une lame d'argent et du mercure coulant, et y font déposer une poussière également pourpre. D'autres expériences sur cet objet m'ont fait voir que l'or en morceaux ou en lames épaisses, comme

en feuilles, est dissous par l'acide nitrique surchargé d'oxide nitreux ; que c'est à cet oxide nitreux qu'est due l'oxidation que l'or éprouve ; que c'est lui qui lui cède de l'oxigène comme plus décomposable que l'acide nitrique ; que c'est pour cela que l'acide perd sa couleur en agissant sur l'or ; que cette dissolution s'opère mieux à froid qu'à chaud, parce que la chaleur dégage le gaz nitreux ; qu'à mesure que l'or est oxidé et dissous dans l'acide, celui-ci, après avoir blanchi d'abord, reprend ensuite une couleur orangée ; qu'il forme alors un véritable nitrate d'or avec excès d'acide qu'on ne peut point obtenir cristallisé, et qui se décompose par la chaleur et la lumière ; que ce nitrate d'or en dissolution est décomposé par l'acide muriatique qui fait passer, au moment même où on l'ajoute, la couleur de cette dissolution de l'orangé au jaune pur : ainsi l'acide muriatique a plus d'attraction pour l'oxide d'or que n'en a l'acide nitrique.

49. L'acide muriatique n'a aucune action ni sur l'or ni sur son oxide pourpre ; mais l'acide muriatique oxigéné l'oxide très-vîte et le dissout. Dès qu'on plonge une lame ou des feuilles d'or dans du gaz acide muriatique oxigéné, l'or se ternit, ne passe point cependant à la couleur violette, mais arrive rapidement à l'état d'oxide fauve ou jaunâtre ; car ce n'est que dans ce second état d'oxidation que l'or est dissoluble dans les acides, et susceptible de faire avec eux des sels. Quand il est devenu ainsi jaunâtre par l'union de l'oxigène, l'acide muriatique, à l'aide de l'eau contenue dans le gaz acide muriatique oxigéné, se condense en gouttelettes jaunes qui coulent sur les parois du vase où l'on a fait l'expérience. Si l'on ajoute un peu d'eau, on a une dissolution complète. En jetant de l'or très-divisé et en feuilles dans de l'acide muriatique oxigéné liquide, ce métal, par la plus légère agitation, disparaît, se dissout sans mouvement et sans effervescence, colore la liqueur en beau jaune et la sature. S'il y a de l'argent dans l'or, la plus petite quantité de sa surcharge devient sensible dans cette

expérience, parce qu'il se forme un peu de muriate d'argent qui se dépose en petits flocons. J'ai constamment reconnu un peu d'argent et quelquefois même une proportion plus grande qu'on ne devrait s'y attendre, dans les feuilles d'or de livret qu'on achète chez les batteurs d'or. J'ai trouvé aussi que c'était un très-bon moyen de s'assurer si l'or de départ retenait de l'argent. Cette dissolution, découverte par Schéele, se fait sans dégagement de gaz, parce que l'or trouve l'oxigène presque isolé, et n'a pas besoin de le séparer d'un autre corps susceptible de prendre la forme gazeuse; elle est parfaitement semblable d'ailleurs à celle qui est faite avec l'acide nitro-muriatique ou à la manière ordinaire : comme celle-ci, elle est âcre et caustique, elle colore les matières organiques en pourpre; elle donne des cristaux, se précipite en pourpre par l'étain, et en or fulminant par l'ammoniaque.

5o. Toutes les fois que l'acide nitrique, qui ne dissout que difficilement et en très-petite quantité l'or, est mêlé à de l'acide muriatique qui ne le dissout jamais seul, l'acide mixte qui résulte de ce mélange attaque l'or avec une activité et une énergie qui ont dû beaucoup étonner et frapper les chimistes avant qu'on n'en connût la véritable cause. Aussi, à la suite du privilége de primauté et de supériorité qu'ils attribuaient à l'or et qui le leur faisait nommer *le roi des métaux*, ils en avaient accordé une autre à la liqueur susceptible de le dissoudre, et qu'ils croyaient exclusivement capable de produire cet effet. Ils la nommaient en conséquence *eau régale*, et de là les noms de dissolution *régaline*, de sel *régalin*, de *régalisation*, qu'on avait donnés aux produits de cette dissolution ou au phénomène longtemps inexpliqué par lequel elle avait lieu. On a déja vu que l'acide muriatique oxigéné avait la même action dissolvante sur l'or, et même que l'acide nitreux la partageait avec lui quoique dans un degré moins marqué. Pour bien faire concevoir l'action de l'acide nitro-muriatique, je commencerai par faire observer que l'acide muriatique, saturé de gaz nitreux qu'il absorbe

facilement, devient capable également de dissoudre l'or, quoique le gaz nitreux seul et l'acide muriatique seul ne puissent pas agir sur ce métal ; et comme au moment où cet acide muriatique nitreux attaque l'or, il perd la couleur orangée qu'il avait contractée par l'absorption du gaz nitreux, il est évident que cet oxide d'azote est décomposé, qu'il cède son oxigène à l'or, que son azote s'en sépare, et que cette décomposition qui oxide l'or n'a lieu que par l'attraction disposante que l'acide muriatique exerce sur cet oxide métallique. Ce fait, qui n'avait pas encore été observé par les chimistes, va me servir à expliquer l'action de l'acide nitro-muriatique sur ce métal. Quand on mêle l'acide nitrique et l'acide muriatique, ce dernier enlève de l'oxigène au premier, s'échappe en partie en acide muriatique oxigéné, reconnaissable à sa couleur jaune et à son odeur ; il n'opère cette décomposition que jusqu'à ce que l'acide nitrique soit saturé de gaz nitreux : là s'arrête son action sur lui ; en sorte que l'acide mixte qui en résulte n'est qu'un mélange d'acide muriatique et d'acide nitreux saturé de son oxide, retenant souvent un peu d'acide muriatique oxigéné et d'une couleur rouge exaltée en raison de l'oxide nitreux qu'il recèle. On fait ordinairement cet acide mixte en mêlant deux parties d'acide nitrique et une partie d'acide muriatique ; j'ai reconnu qu'il suffisait de prendre parties égales de ces deux acides. On sait bien qu'on obtient une liqueur analogue en dissolvant du muriate de soude ou d'ammoniaque avec de l'acide nitrique ou du nitrate de potasse dans l'acide muriatique, ou en distillant celui-ci dans l'acide du sel marin, et que de quelque manière qu'on unisse ces deux acides l'un avec l'autre, il y a toujours un acide mixte capable de dissoudre l'or. Cependant, il y a deux améliorations à faire dans le procédé de dissoudre l'or par l'acide nitro-muriatique : l'une, c'est de n'employer qu'une partie d'acide nitrique au lieu de deux sur une partie du muriatique ; l'autre, c'est de ne point faire le mélange avant de dissoudre l'or : car dans ce mélange fait d'avance, la portion

d'acide muriatique oxigéné qui se forme se dissipe, et c'est autant de perdu pour la dissolution de l'or. Je préfère donc de jeter sur l'or de l'acide nitrique, et d'ajouter ensuite partie égale d'acide muriatique : alors ce dernier acide, à mesure qu'il enlève de l'oxigène à l'acide nitrique, le rend sur-le-champ à l'or au lieu de se dissiper en gaz. Quand on met de l'or dans de l'acide nitro-muriatique fait auparavant et dont l'action réciproque des acides est épuisée, l'acide muriatique, en vertu de la forte attraction qu'il a pour l'oxide d'or, fait décomposer l'oxide nitreux qui colore la liqueur ainsi que l'acide lui-même par ce métal, et dissout l'oxide à mesure qu'il se forme ; aussi la liqueur perd-elle sa couleur orangée ou rouge ; elle s'échauffe parce qu'il y a une condensation, un rapprochement de molécules pendant la dissolution ; elle dégage du gaz nitreux, parce que l'or ne peut être oxidé qu'aux dépens de l'oxigène de l'acide du nitre.

51. Cette dissolution nitro-muriatique d'or saturée est d'une belle couleur jaune pure assez foncée et riche qu'on compare à celle de l'or sans brillant ; elle est très-caustique et fort astringente ; elle tache l'épiderme en le cautérisant ou le détruisant en une couleur d'un pourpre violet qui brunit de plus en plus par le contact de l'air et de la lumière, et qui ne s'en va que par la destruction et la chûte totale de cette membrane ; elle produit la même coloration sur toutes les matières végétales et animales, sur le marbre et même sur les pierres silicées, quand, après l'avoir introduite dans les sillons qu'on y trace à l'aide d'un instrument d'acier, on les expose aux rayons du soleil. En évaporant cette liqueur, il s'en dégage de l'acide nitrique, et l'on obtient des cristaux aiguillés d'un jaune semblable à la couleur des topazes, en octaèdres tronqués ou en prismes quadrangulaires. Mais il est bien reconnu que la dissolution faite avec les deux acides purs et sans bases les fournit aussi. On les obtient plus facilement lorsqu'après avoir évaporé la dissolution plus qu'à sa moitié, on y ajoute un peu d'alcool rectifié :

ces cristaux se colorent en rouge par le contact d'une vive lumière ; ils attirent l'humidité de l'air et se fondent spontanément. Le produit de cette déliquescence est la dissolution la plus concentrée. En chauffant par degrés dans une cornue la dissolution nitro-muriatique d'or, il passe après l'acide nitrique, de l'acide muriatique qui entraîne de l'or, et même des cristaux jaunes rougeâtres de muriate d'or ; la liqueur muriatique nitreuse très-colorée qui s'élève en même temps était nommée *lion rouge* par les alchimistes. Si on évapore la dissolution à siccité, on obtient un muriate d'or sec qu'on peut réduire à un grand feu, et qui laisse de l'or ductile, après avoir donné du gaz oxigène. Il est bien reconnu par Bergman et par plusieurs autres chimistes modernes, que le sel qu'on extrait de cette liqueur n'est que du muriate d'or et non du nitro-muriate, comme on l'avait cru. J'ai déja fait remarquer que l'acide muriatique décomposait le nitrate d'or : il est facile de concevoir qu'on doit former également un muriate d'or en chauffant ce métal avec un mélange d'alun, et sur-tout de sulfate de fer, de nitre et de sel marin : aussi emploie-t-on souvent ce mélange, ou d'autres analogues, pour enlever l'or de dessus les vieux cuivres dorés.

52. Le muriate d'or, si reconnaissable à sa forme, sa couleur, au pourpre dont il teint les matières organiques, est très-dissoluble dans l'eau. Le phosphore le décompose par la voie humide, et en sépare l'or réduit. Le gaz hidrogène en sépare également l'or. Si on plonge dans sa dissolution saturée un bâton de phosphore, il se recouvre d'un cylindre d'or ductile qu'on peut en séparer en fondant le phosphore qu'il enveloppe dans l'eau chaude. Le soufre qui brûle, et l'acide sulfureux le décomposent très-rapidement. Si l'on verse doucement du muriate d'or liquide dans de l'acide sulfureux, il se forme une belle pellicule d'or à la surface, et il se précipite sur-le-champ de l'or en petits grains cristallins. Madame Fulham, anglaise, a employé ces précipitations de l'or par le phosphore, le gaz hidro-

gène et le soufre brûlant pour dorer des étoffes imprégnées de dissolution nitro-muriatique de ce métal; elle l'a également appliquée à quelques tracés dorés sur des cartes géographiques; elle en fait une espèce de dorure qui peut avoir son utilité dans beaucoup de cas. Elle a remarqué que cette précipitation n'a lieu dans la dissolution d'or, ainsi que dans celles de l'argent et du plomb, que quand elles sont à l'état liquide; qu'elle ne s'opère pas également avec les sels métalliques solides. Madame Fulham n'a pas été si heureuse dans l'explication de ce fait, quand elle a voulu l'employer pour élever une théorie réellement inutile et superflue d'après la nécessité de la présence de l'eau relativement à une prétendue décomposition de ce liquide. Cette théorie n'était pas nécessaire, puisque l'on concevait très-bien l'influence de cette condition de la liquidité des sels métalliques pour les diviser en leur faisant présenter plus de surface, et en servant à fixer les gaz réducteurs entre leurs propres molécules. Les gaz hidrogènes phosphoré et sulfuré produisent le même effet sur la dissolution de muriate d'or. Les sulfures et les hidrosulfures alcalins la précipitent en un oxide d'or sulfuré facile à décomposer par le feu, à cause du peu d'adhérence du soufre et de l'oxigène à l'or.

53. Toutes les matières terreuses et alcalines ont la propriété de décomposer le muriate d'or et d'en précipiter un oxide d'or jaune, qui est l'extrême de l'oxidation de ce métal, puisqu'il contient à peu près 0.10 d'oxigène. On observe cependant que les alcalis fixes ne la précipitent que lentement et difficilement; que si on en met une plus grande quantité qu'il n'en faut, le précipité se redissout et donne à la liqueur une couleur rougeâtre. Cette dissolution de l'oxide d'or par les alcalis fixes est la raison qui rend la précipitation lente et difficile : il se forme des sels triples qui n'ont point encore été examinés. L'oxide d'or ainsi précipité devient pourpre par son exposition à la lumière; il donne du gaz oxigène et se réduit en or très-pur par l'action du calorique. Les acides sulfurique, nitrique,

muriatique, sulfureux, phosphorique et fluorique le dissolvent ou s'y unissent facilement, tandis qu'ils n'agissent point sur l'oxide pourpre : ce qui prouve que l'oxidation de l'or en poudre jaune lui donne bien plus d'oxigène que celle en poudre violette ou pourpre, et que le premier oxide est seul dissoluble dans les acides, tandis que l'oxide pourpre ne peut pas s'y combiner.

54. La plus remarquable précipitation du muriate d'or est celle qui a lieu par l'ammoniaque ; elle donne naissance à ce singulier composé qu'on a nommé *or fulminant*, et qui a été trouvé long-temps avant l'oxide d'argent ammoniacal, mais dont la véritable nature et la cause de la propriété fulminante étaient restées ignorées jusqu'au moment où le citoyen Berthollet a fait connaître ce dernier composé analogue, qui n'en diffère que par une beaucoup plus grande énergie. Il n'y a pas de produit chimique qui ait été autant examiné par les chimistes que celui-ci. On peut prendre une idée satisfaisante des recherches nombreuses faites sur ce composé par les différens chimistes, en lisant le traité de l'or consigné dans le premier volume des Institutions chimiques de Wasserberg, publiées à Vienne en 1778. On y trouvera un exposé très-bien fait, très-complet et très-long des expériences connues jusqu'à l'époque où ce savant chimiste a écrit. La longueur même de cet article prouve cependant que la connaissance de l'or fulminant n'était pas encore complète, tandis que l'état avancé de la science par la doctrine pneumatique, en exigeant beaucoup moins de détails, présentera cependant un ensemble bien plus satisfaisant, et des idées beaucoup plus exactes sur ce composé. Quelques lignes remplaceront ici plusieurs pages du Traité de Wasserberg, et feront disparaître les lacunes nombreuses que laisse cette partie de son ouvrage, si intéressant et si utile cependant pour ceux qui veulent approfondir tous les traits et toutes les époques de l'histoire de la chimie. Cette précision, qui m'est permise ici, et qui offrira cependant des faits plus nombreux que ceux que Wasserberg a laborieuse-

ment accumulés dans son long article, est une preuve bien forte de l'avantage de la doctrine pneumatique et de la hauteur où la science a été portée par les travaux des Français.

55. Pour préparer l'or fulminant ou l'oxide d'or ammoniacal, on étend une dissolution nitro-muriatique d'or de trois ou quatre fois son poids d'eau distillée; on y verse de l'ammoniaque caustique peu à peu et jusqu'à ce qu'il ne se fasse plus de précipité, en ayant soin de ne point en ajouter plus qu'il n'en faut, car l'excédant dissout facilement l'oxide suspendu dans la liqueur. On le lave avec soin et on le fait sécher sur des papiers à l'air; puis on le renferme dans des vaisseaux bouchés de linge ou recouverts de simple papier. Ce précipité est d'un jaune roux; il pèse environ un quart de plus que l'or qui était dissous. Quelques auteurs prétendent qu'il augmente en poids du tiers de l'or. Cette augmentation de poids ne dépend pas seulement des corps salins qui l'accompagnent dans sa précipitation, mais encore de l'oxigène qui est uni à l'or. On obtient également ce précipité fulminant en décomposant une dissolution de l'or faite par l'acide mixte composé d'acide nitrique et de muriate d'ammoniaque par un alcali fixe, parce que celui-ci commence par séparer l'ammoniaque qui se porte sur le muriate d'or. En un mot, toutes les fois qu'il y a de l'ammoniaque dans la dissolution, ou de quelque manière qu'elle y soit portée, on a le corps inflammable et détonant, lorsqu'on décompose la dissolution par une matière alcaline telle qu'elle soit. Ce dernier fait général résulte des expériences de Bergman, consignées dans sa Dissertation de *calce auri fulminante*. Basile Valentin, qui a décrit le premier cette singulière préparation, avait déja remarqué qu'elle détonait également par la chaleur, par le frottement et par la percussion. Dans tous les cas, le bruit produit est beaucoup plus fort que celui de la poudre à canon et de la poudre fulminante. Lewis comparait le son de l'or fulminant à la vibration d'une corde courte et bien tendue, et celui de la poudre à canon au son rendu par une corde longue et plus lâche.

56. Plusieurs exemples fâcheux, recueillis dans les Mémoires académiques et dans les ouvrages périodiques, prouvent que l'or fulminant détone par la simple pression ou par le frottement. L'accident terrible arrivé chez le citoyen Baumé par un gros d'or fulminant qui a détoné pour avoir été frotté dans quelques-unes de ses molécules entre le bouchon de cristal et le goulot du flacon qui le contenait, et dont une partie seulement, qui a brûlé, a brisé avec une violente détonation le vase de verre dont les fragmens ont crevé les deux yeux du malheureux qui avait eu l'imprudence d'exciter lui-même le frottement, prouve cette assertion d'une manière irréfragable. On s'en convainc encore en frappant avec un marteau un peu de cette poudre placée sur un tas d'acier : on apperçoit une petite flamme au moment où la détonation se fait entendre, et l'on trouve l'or réduit sur l'acier. En observant avec soin l'or fulminant exposé au feu en très-petite quantité sur une lame de fer ou d'argent, on voit qu'il prend une couleur brune : aussitôt on apperçoit une lumière au moment où l'or fulmine, et il reste sur la lame une trace d'or très-pur et mat. En faisant détoner un peu de ce produit dans une grande cloche de verre sur les parois de laquelle on l'a appliqué, et en approchant de ce point un charbon allumé, on trouve après la fulmination la cloche couverte de petites étoiles d'or. Les lames métalliques qu'on place dessus au moment de sa détonation se creusent ou se percent dans l'endroit qu'il frappe ; elles sont aussi lancées à de grandes distances, et il est facile de prouver par là que l'or fulminant frappe l'air en tout sens. L'étincelle électrique foudroyante produit aussi la détonation de l'or fulminant.

57. Bergman a vérifié qu'en exposant l'or fulminant à une chaleur très-douce, non seulement il ne fulmine pas, mais on lui ôte ainsi sa propriété fulminante : il se change alors en une poussière brune noirâtre. On produit le même effet par une longue exposition à la chaleur de l'eau bouillante,

ou plutôt on diminue seulement ainsi sa propriété fulminante; car jamais on ne la lui ôte entièrement par là. Hellot a vu qu'en plaçant l'or fulminant entre deux cartes, et en le chauffant, il ne donnait qu'un bruit léger et laissait un oxide violet sur les cartes. Quand on jette par petites parcelles l'or fulminant sur des charbons allumés, il pétille seulement et décrépite sans fulminer. Le contact de l'air favorise manifestement sa fulmination; et quand on oppose dans un vaisseau assez fort et bien fermé une résistance insurmontable au dégagement de gaz qui accompagne cette fulmination, celle-ci n'a pas lieu. C'est ainsi que Birch a fait voir devant la société royale de Londres que l'or fulminant enfermé dans un globe de fer, et chauffé fortement, ne fulminait pas. Bergman a vérifié ce fait et observé que l'or chauffé dans une sphère de cuivre épaisse, fermée par un pas de vis, se réduisait sans fulminer. Il ajoute que douze grains d'or fulminant ainsi traités ont donné un gaz qui s'échappait avec sifflement, mais sans détoner. Le citoyen Berthollet, en chauffant doucement le précipité d'or fulminant dans des tubes de cuivre, dont l'extrémité plongeait sous des cloches pleines de mercure, a obtenu du gaz ammoniac, et l'or était réduit en oxide violet. Ainsi il est prouvé qu'une chaleur douce capable de volatiliser l'ammoniaque, ou qu'une résistance forte susceptible de s'opposer, même pendant l'action d'une forte chaleur, à la dilatation subite des gaz qui se dégagent de l'or fulminant, s'opposent également à sa fulmination : dans le premier cas, il y a de l'ammoniaque dégagée, et il reste de l'or en oxide; dans le second, l'or est réduit quoiqu'il n'y ait point de détonation.

58. Avant les expériences exactes de Bergman, et sur-tout avant celles du citoyen Berthollet, on ignorait encore la véritable cause de la fulmination de l'or fulminant; elle a été apperçue par le premier, et mise ensuite hors de doute par le second de ces chimistes. En faisant détoner à l'aide d'une

forte chaleur quelques grains d'or fulminant dans des tubes de cuivre, dont l'extrémité plongeait sous des cloches pleines de mercure, le citoyen Berthollet a obtenu du gaz azote, quelques gouttes d'eau et de l'or bien réduit. L'or fulminant, composé d'oxide d'or et d'ammoniaque, éprouve alors une double décomposition dans les deux composés binaires qui le forment ; l'ammoniaque porte son hidrogène sur l'oxigène de l'oxide d'or, et c'est à la dilatation violente autant que subite, ainsi qu'à la rapide condensation de ces deux corps au moment où ils s'unissent pour former de l'eau, que sont dus la flamme et le bruit qui se produisent pendant cette décomposition. Alors l'autre principe de l'ammoniaque, l'azote, devenu libre, se dégage en fluide élastique et contribue ainsi à la percussion de l'air et à la fulmination ; tandis que l'or privé de son oxigène reparaît sous sa forme et avec son brillant métalliques. L'or fulminant est donc, comme l'argent fulminant, un oxide ammoniacal. Les différences qui existent entre ces deux produits tiennent certainement aux proportions et à l'état plus ou moins condensé de l'oxide et de l'ammoniaque qu'ils contiennent ; il ne reste plus à trouver pour les connaître parfaitement que ces seules différences de proportion qui rendent le premier beaucoup plus fulminant que le second.

59. Cette théorie simple de la nature et des propriétés de l'oxide d'or ammoniacal fulminant, explique facilement les divers moyens qui ont été employés pour détruire sa propriété fulminante. Une chaleur très-douce produit cet effet en volatilisant l'ammoniaque, et en réduisant le composé au simple état d'oxide. Une très-forte résistance au développement de ses principes dans l'état gazeux s'oppose à sa détonation. La décoction longue dans l'eau n'est pas propre à cela, malgré l'assertion de quelques chimistes d'après les expériences positives de Bergman, qui a fait bouillir deux fois de suite, et pendant une heure chaque fois, de l'or ful-

minant avec six cents parties d'eau : sa propriété fulminante, loin d'avoir diminué, n'a fait qu'augmenter par cette opération : ce qui prouve que ce composé, loin d'être dissoluble dans l'eau, n'a fait que céder à ce liquide les corps étrangers et salins qui lui sont mêlés, et qui nuisent plus ou moins à sa propriété fulminante. Au contraire, tout corps sec interposé entre les molécules de l'or fulminant l'empêche de détoner, ou diminue sa fulmination en écartant ses molécules. Il n'est pas vrai de dire, comme l'ont avancé beaucoup de chimistes, que les acides aient généralement la propriété de détruire la propriété détonante ; car Bergman a reconnu que malgré la digestion dans ces corps, l'or fulminant conservait son caractère, et sur-tout que dissous entièrement dans l'acide muriatique, et précipité par la potasse, il la recouvrait comme auparavant. Cependant on parvient à le dépouiller de cette propriété lorsqu'après avoir fait digérer plusieurs fois de suite des acides sur l'or fulminant, on le lave à chaque fois avec beaucoup d'eau. Plusieurs acides même le réduisent par ce moyen en oxide pourpre ou en or métallique. Les alcalis mélangés avec lui par une légère et douce trituration modèrent singulièrement sa détonation : si on les fait digérer avec de l'eau sur l'or fulminant ils la lui enlèvent entièrement ; mais l'action de la chaleur lente contribue beaucoup à cet effet : au reste, il faut toujours faire tous ces essais avec prudence, et essayer ensuite le produit sur de très-petites quantités. Le soufre, les huiles elles-mêmes ont la puissance d'ôter aussi à l'or fulminant sa propriété fulminante, et il est facile de voir que cela tient à ce que, comme dans les premières expériences citées, ces substances en séparent l'ammoniaque et en réduisent l'oxide ; aussi l'or reprend-il alors sa forme métallique.

60. Le muriate d'or ou la dissolution d'or que j'ai prouvé n'être en effet que cette espèce de sel, est décomposé par la plupart des substances métalliques qui ont plus d'attraction

pour l'oxigène que n'en a l'or. Le bismuth, le zinc, le fer, le plomb, le cuivre, l'argent, le mercure même ont spécialement cette propriété, et on s'en sert quelquefois avec avantage pour couvrir quelques-uns de ces métaux d'une couche d'or; il en est cependant, tels que le plomb et l'argent, qui ne le séparent que sous la forme d'oxide pourpre: c'est en raison du premier de ces phénomènes de la réduction et de la précipitation de l'or réduit par les métaux, que l'on dore les roues de cuivre qui sont employées dans l'horlogerie. Mais aucune de ces précipitations n'est aussi singulière et n'a plus attiré l'attention des chimistes que celle qui est opérée par l'étain. On va trouver encore ici une preuve de l'avantage de la doctrine pneumatique, qui a pu seule détruire toutes les difficultés, soit pratiques, soit théoriques, dont était hérissée cette opération chimique: d'ailleurs dans l'explication qui y est relative, cette doctrine épargne tous les détails qu'on était autrefois obligé de donner sur la préparation fournie par la précipitation de l'or, opérée à l'aide de l'étain. C'est Cassius qui a le premier décrit avec soin cette préparation, quoiqu'elle ait été connue avant lui et annoncée dans plusieurs ouvrages de chimie, et sur-tout dans ceux de Basile Valentin. Erxleben a donné une dissertation très-détaillée sur cet objet; mais malgré les nombreuses et utiles expériences dont elle est remplie, il s'en fallait de beaucoup néanmoins que cette matière eût été convenablement éclaircie jusqu'au travail de Pelletier sur les deux états de la dissolution muriatique d'étain, travail qui a détruit toutes les obscurités dont cette opération était encore couverte.

61. Quand on plonge une lame d'étain dans la dissolution d'or, la surface de ce métal se colore tout-à-coup en violet ou en pourpre très-foncé, et une poussière de cette couleur, d'une finesse extrême, se répand peu à peu dans toute la liqueur, dont elle détruit la transparence et qu'elle rend presque noire. On nomme cette poudre *précipité de Cassius*, *précipité*

pourpre, ou *pourpre minéral*. Ce n'est point par ce procédé qu'on la prépare abondamment pour les arts de la porcelaine ou de la faïence où elle est fort employée ; c'est en mêlant une dissolution d'étain dans l'acide nitro-muriatique ou dans l'acide muriatique, avec la dissolution de l'or, qu'on l'obtient très-abondamment. Mais autrefois ce mélange ne produisait pas toujours la couleur que l'on cherchait : tantôt on n'avait qu'un brun sale ; quelquefois on ne produisait rien par ce mélange. Quoique quelques observations faites par plusieurs chimistes auraient pu mettre sur la voie pour reconnaître la véritable cause de toutes les incertitudes, on n'a pu les connaître définitivement que lorsque Pelletier a eu découvert que le muriate d'étain avait la propriété d'absorber de l'oxigène atmosphérique ; que quand il s'en était saturé il ne donnait plus de précipité pourpre ; que ce précipité tenait même à la grande tendance de l'étain non saturé d'oxigène pour ce principe ; qu'il l'enlevait à l'oxide jaune d'or, et qu'en le ramenant à l'état d'oxide pourpre il le séparait de sa dissolution et s'y unissait lui-même intimement ; que c'était pour cela que la liqueur fumante de Libavius ou le muriate suroxigéné d'étain ne précipitait pas la dissolution d'or ; que par la même raison une dissolution d'étain, faite depuis long-temps, et exposée à l'air dont elle avait absorbé l'oxigène qui l'avait saturée, ne donnait plus de précipité pourpre avec le muriate d'or ; que celle qui n'avait encore absorbé qu'une faible portion d'oxigène y formait un précipité rouge pâle ou fauve ; et qu'ainsi cette précipitation consistant dans la désoxidation de l'or par l'étain, et dans l'union de l'oxide d'or en partie désoxidé avec l'oxide d'étain plus oxigéné qu'auparavant, il serait désormais toujours facile de préparer à volonté le précipité pourpre, et il n'arriverait plus de manquer cette importante préparation. L'expérience de tous les chimistes confirme cette théorie simple et lumineuse de Pelletier.

62. C'est au même principe, à la grande attraction du fer pour l'oxigène, quand il n'en est pas saturé, qu'est due la décomposition de la dissolution muriatique d'or: lorsqu'on y verse une dissolution de sulfate de fer verte et récente, tout-à-coup il se forme un précipité d'or réduit. Bergman a cru ce précipité tellement rapproché de l'état d'or, qu'il l'a donné comme moyen de reconnaître et de déterminer la proportion de ce métal dissous dans les essais de ses mines par la voie humide. Le sulfate de fer rouge ou suroxigéné ne forme point un pareil dépôt dans le muriate d'or.

63. Plusieurs autres dissolutions métalliques ont également la propriété de décomposer et de précipiter la dissolution muriatique d'or. Le nitrate d'argent y forme un précipité rougeâtre mélangé de muriate d'argent blanc et d'oxide d'or pourpre : celui de plomb y donne un dépôt obscur et foncé, composé de muriate de plomb et d'oxide d'or. On ne connaît pas même à beaucoup près tous les effets réciproques que les sels métalliques divers sont capables de produire, et les composés qu'ils peuvent former avec la dissolution d'or, sur laquelle beaucoup d'entre eux sont susceptibles d'agir.

64. Les acides métalliques n'attaquent pas l'or et n'en altèrent en aucune manière les propriétés. Le citoyen Vauquelin, dans ses recherches et ses découvertes sur l'acide chromique, a trouvé que cet acide, mêlé à l'acide muriatique, lui donnait la propriété de dissoudre l'or ; ce qui tient à une portion d'oxigène qu'il se laisse enlever par l'acide muriatique, comme des expériences immédiates le lui ont fait voir, et comme ce passage de l'acide chromique, naturellement orangé, à l'état d'oxide vert, à mesure que l'action sur l'or a lieu, le lui a d'ailleurs prouvé sans réplique.

I. *Action sur les bases et les sels.*

65. L'or, à l'état métallique, n'a aucune attraction pour les terres et les alcalis, dont il ne reçoit aucune altération. A l'état d'oxide pourpre, et mieux encore d'oxide jaune, il s'unit aux terres vitrifiées par des alcalis, et forme ou des émaux violets, pourpres, ou des verres jaune d'or : c'est par cette dernière propriété qu'on le fait entrer dans la fabrication des topazes artificielles. Ces verres jaunis par l'or, où entre l'oxide de plomb en grande quantité, et souvent celui de manganèse, présentent quelquefois une propriété bien remarquable : c'est qu'en les faisant chauffer légèrement et bien avant qu'ils se fondent, ils se colorent en pourpre permanent ou en rouge de rubis ; ce qui paraît être dû à un changement d'équilibre et de combinaison de l'oxigène.

66. Aucun oxide d'or pourpre, fait par quelque procédé que ce soit, n'éprouve de changement par les alcalis ni par l'ammoniaque ; mais son oxide jaune précipité de la dissolution par les alcalis fixes, digéré pendant quelque temps avec l'alcali volatil, passe facilement à l'état d'or fulminant : ce qu'il est essentiel de savoir quand on travaille sur ce métal, afin qu'on ne s'expose pas, dans les diverses opérations qu'on fait sur l'or, à le porter, sans s'en douter, à l'état d'oxide ammoniacal, qui pourrait fulminer lorsqu'on s'occuperait à le réduire par la chaleur.

67. Les sels les plus actifs, les nitrates et les muriates suroxigénés, n'ont aucune action sur l'or pur. Cependant on a observé que le borax affaiblit sa couleur, et que le nitre qu'on emploie quelquefois pour le purifier et l'affiner, ainsi que pour assembler les molécules diverses de ce métal, la rehaussent et la rendent beaucoup plus brillante qu'elle ne l'aurait été sans cette addition.

K. *Usages.*

68. Outre le prix réel attaché à l'or en raison de sa beauté, de son inaltérabilité et de sa rareté ; outre celui d'estime et de préjugé que les passions humaines lui ont donné, et qui le fait considérer comme le premier et le plus utile de la nature, il a par lui-même et en raison de ses propriétés individuelles une foule d'utilités qui, seules, lui méritent encore le rang qu'il occupe dans l'esprit et dans la considération des hommes. Son peu d'abondance ne permet pas qu'on le fabrique lui-même en ustensiles ; ceux d'un petit volume qu'on en fait ne peuvent être travaillés avec ce métal pur, qui a trop de mollesse pour bien conserver les formes qu'on lui donnerait : on l'allie en général avec un dixième ou un douzième de son poids de cuivre, qui lui donne la consistance et la dureté requises ; ce qui forme l'or à vingt-deux karats du commerce ou l'or de bijous. Les monnaies d'or, qui sont plus petites, plus épaisses, et d'une forme plus solide que celles des bijous, ne contiennent qu'un vingt-quatrième d'alliage, et sont à vingt-trois karats.

69. Le brillant et la belle couleur de l'or, joints à son indestructibilité, plaisent trop aux yeux et excitent chez les hommes un sentiment de gaîté et de plaisir trop marqué, pour qu'on n'ait pas cherché depuis long-temps, et beaucoup perfectionné par conséquent, l'art de multiplier son aspect, de le réduire presque tout en surfaces, et d'en recouvrir une foule de corps qu'il orne, qu'il enrichit et qu'il défend en même temps de toute altération et de toute destruction. De là les espèces et les variétés si nombreuses de dorures ou d'applications d'or sur le fer, le cuivre, l'argent et les autres métaux, sur les pierres et les sels indissolubles, sur les bois, sur les étoffes, sur les papiers et sur les cartons. Les dorures les plus légères ou les plus superficielles sont faites avec des

dissolutions d'or qu'on réduit, soit par une surface métallique, soit par le phosphore, le soufre brûlant et l'acide sulfureux, comme dans les procédés ingénieux de madame Fulham. Quelques-unes des plus simples consitent dans l'application, au moyen d'un mordant ou d'un mélange collant et susceptible de dessiccation, de feuilles d'or dont on multiplie plus ou moins les couches successives, qu'on rend très-unies par le frottement et la pression avec des corps durs, et qu'on fait pénétrer dans toutes les cavités, et suivre exactement toutes les formes, sans les corrompre, avec de petits instrumens qui servent à les enfoncer exactement par-tout. Telle est la dorure sur bois, sur carton, sur écaille, sur la corne, sur les os, sur les pierres et sur une foule de corps de nature non métallique.

70. On nomme or *en chaux*, qu'on emploie souvent pour certaines dorures, celui que l'on prépare en broyant avec du miel les rognures de feuilles d'or; en les lavant dans l'eau, et en faisant sécher ensuite les molécules d'or qui se précipitent. L'*or en coquille* est de l'or en oxide pourpre, précipité de sa dissolution et délayé avec une eau mucilagineuse ou une dissolution de gomme. Pour faire *l'or en drapeaux*, qui sert aussi à quelque espèces de dorures, on trempe des morceaux de vieux linge fin dans une dissolution nitro-muriatique d'or; on les fait sécher et on les brûle. Quand on veut s'en servir, on trempe un bouchon mouillé dans les cendres de ces chiffons; on en frotte l'argent, sur lequel l'or très-divisé s'applique facilement. Quelquefois dans les dorures où l'or est appliqué en oxide brun, on passe les pièces légèrement au feu pour rendre à ce métal son état pur et son brillant. La vapeur du soufre ou l'acide sulfureux pourraient suffire pour cet usage.

71. La dorure en or moulu est la plus précieuse et la plus solide. C'est sur le cuivre rouge ou jaune qu'on l'applique le plus souvent. On commence par bien nettoyer la pièce

que l'on veut dorer, à l'aide du sable et de l'acide nitrique affaibli, qu'on nomme *eau-seconde ;* on la passe dans cette liqueur, et on la frotte avec des pinceaux de fil de cuivre nommés *gratte-bosses*. On la plonge ensuite dans une dissolution nitrique de mercure très-étendue d'eau, qui dépose sur le cuivre une petite couche de mercure métallique destinée à faire contracter une forte adhérence à l'amalgame d'or qu'on étend sur la pièce après l'avoir préalablement lavée à grande eau pour emporter la portion d'acide ; quand l'amalgame est bien uniformément étendue sur la pièce, on la chauffe en la plaçant sur les charbons pour faire volatiliser tout le mercure. L'or reste seul et d'un jaune mat. On lui donne le brillant et le poli en passant dessus ce qu'on nomme *cire à dorer*, ou un mélange de bol rouge (argile ferrugineuse) de vert-de-gris, d'alun et de sulfate de fer, incorporés avec de la cire jaune, et en chauffant ensuite une dernière fois la pièce pour brûler la cire.

72. L'application de l'or sur l'argent, espèce de dorure en or moulu, qu'on connaît sous le nom de *vermeil*, réussit mieux encore et prend une couleur beaucoup plus riche, ainsi qu'une solidité plus grande, à l'aide de l'amalgame qu'on se contente d'appliquer sur l'argent bien dérochè ou nettoyé par l'acide nitrique : on chauffe ensuite la pièce à feu nu pour enlever le mercure. On donne à ces dorures précieuses et durables diverses teintes ou nuances de jaune, de rouge, de pourpre ou de verdâtre, par différentes matières salines ou autres qu'on applique en poudre ou en pâte, et qu'on fait chauffer sur l'amalgame ; on les brunit à la manière ordinaire, par le frottement et la pression, avec des corps durs et polis. L'argent doré ou le vermeil imite parfaitement l'or par la couleur.

73. Un des arts les plus industrieux et les plus intéressans de ceux qu'on exerce sur l'or, c'est celui du batteur et du tireur d'or : il est fondé sur la ductilité extrême de

ce métal, et sur la facilité avec laquelle il s'étend. Battre l'or consiste à le frapper régulièrement et d'une manière sûre, entre des membranes, des intestins ou des baudruches, sur des tas d'acier parfaitement dressés, avec des marteaux carrés, également lisses et droits; à force de multiplier les percussions, on réduit l'or en feuilles si minces que le vent les emporte. On les coupe ensuite en carrés, et on les place entre des feuilles de papier doux, et imprégné de sanguine dans sa pâte même : c'est ce qu'on nomme des livrets. Les feuilles d'or sont criblées d'un millier de trous, de manière qu'on voit le jour au travers en les plaçant entre l'œil et la lumière; mais malgré ces nombreuses déchirures elles ont encore une assez grande cohérence pour se tenir d'une seule pièce, et pouvoir être appliquées tout entières sur la surface de beaucoup d'autres corps. L'art du tireur d'or n'est pas moins remarquable. Un cylindre d'argent, recouvert d'une couche d'or ou solidement doré, passé et tiré avec effort par les trous des filières d'acier, depuis ceux qui sont presque du diamètre du premier cylindre ou qui s'en éloignent peu, jusqu'à ceux qui donnent des fils presque imperceptibles, s'alonge toujours dans le même état, toujours formé d'un cylindre solide d'argent et recouvert d'une enveloppe d'or, dont la minceur semble échapper à l'imagination. Ces feuilles d'or et ces fils si ténus d'argent doré qu'on nomme en général *fil-trait*, servent à une foule d'usages dans un grand nombre d'arts qui les emploient.

74. Ce n'est pas un art moins recommandable dans les nombreux travaux que l'or entretient parmi les hommes, que celui de donner à ses plaques, à ses petits cylindres, ou à ses fils toutes les formes si variées et si élégantes que les orfévres et les joalliers savent lui faire prendre. Produits de l'industrie, du talent et de l'adresse, de l'habileté et de l'imagination de ces ouvriers intelligens, les vases, les ustensiles, les joyaux et les bijous d'or centuplent sans cesse son prix;

et en fournissant un aliment perpétuel au luxe, heureusement insatiable, ces morceaux, où le goût et le perfectionnement du bel art du dessin se montrent et s'élèvent chaque année, sont une utile occasion d'occuper beaucoup de mains et de favoriser chez les peuples modernes le commerce, qui multiplie les jouissances de l'homme, et qui est la source de la richesse et de la prospérité de tant de nations. Il est de la nature et de la perfectibilité de l'homme d'aimer les bijous et les ustensiles d'or, puisque le sauvage de l'Amérique et de l'Afrique, qui a si peu de besoins d'ailleurs, quand on l'oppose aux citadins délicats de l'Europe, charge les oreilles, les bras, les doigts, les narines et les lèvres même de sa compagne, de fragmens de paillettes et de filamens d'or qu'il ramasse dans les torrens et les ruisseaux, et qu'il courbe ou travaille avec facilité en raison de sa pureté et de la mollesse de ce métal natif.

75. Disséminé en plaques minces de toutes les formes ou en paillons, tordu sur lui-même en cannetilles, alongé sous forme de fils solides, ou roulé sur des fils de soie qui le soutiennent et qui lui donnent plus de volume et plus de consistance; l'or se multiplie encore sur les vêtemens de plusieurs peuples, en broderie, en tissus, en gallons. Tantôt il annonce l'opulence et le luxe de ceux qui s'en couvrent; tantôt il sert de décoration et marque les dignités parmi les hommes. On l'associe dans les tissus à la soie, au lin, à la laine, aux crins, à la plume; on le marie avec toutes les nuances de couleur; on le fait briller même à travers des petites couches de verre qui adoucissent ou modèrent son éclat, qui projettent ou multiplient les rayons brillans réfléchis par sa surface; et l'on sait assez combien, sous les formes vestimentaires, il attire les regards et semble se concilier le respect et presque l'obéissance: aussi entre-t-il toujours dans les ornemens des grandes dignités, dans la distinction des rangs chez les peuples qui les reconnaissent; dans les fêtes,

dans les jeux, dans les spectacles, dans les cérémonies religieuses ou civiles, en un mot dans tous les cas où il s'agit d'attirer l'attention ou de produire le sentiment d'admiration, d'étonnement, de frapper l'imagination et d'occuper les regards de la multitude.

76. L'or se distingue encore par la beauté des couleurs et par la richesse des teintes qu'il communique aux émaux, aux couvertes de porcelaine et de faïence, aux verres colorés et aux pierres précieuses factices. Les violets, les pourpres, les bruns pourprés, les bleus violets ou purpurins, les jaunes de topaze, les rouges brillans et animés du rubis et de la vermeille, sont les principales variétés des nuances que les oxides d'or plus ou moins fortement et rapidement chauffés, alliés avec des quantités et des natures également variées de terres et de fondans, produisent dans tous les arts de vitrification.

77. J'ai déja fait remarquer, au commencement de cet article, qu'il est quelquefois employé pour défendre et garantir le fer de la rouille, et que malgré toute la prétendue noblesse de sa nature et de son origine, que les alchimistes lui avaient reconnue, il était modestement abaissé à la condition de simple préservateur ou défenseur du métal regardé comme le plus commun et presque le plus vil que la nature eût créé. Il a le même usage dans les dorures des grilles, dans celles de quelques pièces d'horlogerie et de beaucoup de machines de physique, et il pourrait même être plus multiplié quelque jour parmi les hommes, sous cette condition de couvrir et de préserver le fer de l'altérabilité si grande et si facile qui le caractérise.

78. Il n'est pas difficile d'imaginer qu'un métal si précieux et si estimé ait aussi été rangé au nombre des substances médicamenteuses. A quoi l'homme n'a-t-il pas eu recours pour guérir ses douleurs, soulager ses maux et prolonger son existence? J'ai déja fait voir plus haut qu'on

lui avait attribué des vertus cordiales alexipharmaques, etc. mais que ces vertus n'existaient que dans l'imagination de ceux qui les ont vantées. Aussi toutes les recettes d'or potable sont-elles rangées aujourd'hui dans la liste des médicamens ridicules et inutiles.

ARTICLE XXII.

Du Platine.

A. *Histoire.*

1. Le platine, qu'on nommait, avant l'établissement de la nomenclature méthodique, la platine, et qui forme le dernier métal, le plus intraitable et le plus indestructible de tous, n'était pas connu des chimistes avant le milieu du dix-huitième siècle. On vendait cependant sous ce nom, d'origine espagnolle, qui signifie *petit argent*, quelques bijous blancs peu estimés, avant qu'on connût distinctement ce métal. Antonio de Ulloa, mathématicien espagnol, qui accompagna les académiciens français dans le fameux voyage du Pérou, entrepris pour déterminer la figure de la terre, est le premier qui en donna une notion un peu exacte dans la relation de son voyage, publiée à Madrid en 1748. On assure que Charles Wood, métallurgiste anglais, en avait apporté de la Jamaïque en 1741. Le même homme décrivit quelques expériences sur ce nouveau métal dans les Transactions philosophiques des années 1749 et 1750.

2. Ces premiers essais, qui annonçaient des propriétés très-extraordinaires firent un grand bruit en Europe, à une époque où la découverte d'un métal, sur-tout aussi singulier que paraissait l'être celui-ci, était un phénomène hors de tout ce

qu'on avait osé espérer. Alors les plus grands chimistes de l'Europe travaillèrent à l'envi le platine et recherchèrent ses caractères distinctifs. Scheffer, chimiste suédois, dont Bergman a publié les leçons, donna en 1752, dans les Mémoires de l'académie de Stockholm, la première suite exacte d'expériences d'après lesquelles il rapprocha ce métal de l'or par ses propriétés, et l'appela *or blanc*. Lewis, chimiste anglais, à qui, parmi beaucoup d'autres travaux, on doit une histoire très-complète pour le temps de l'argent et de l'or, a fait et publié, dans les Transactions philosophiques pour 1754, un travail suivi et très-complet sur le platine. Margraff consigna dans les Mémoires de Berlin pour 1757 le détail de ses expériences sur ce métal. Tous ces premiers travaux ont été recueillis et rapprochés en France par Morin dans un ouvrage publié en 1758, qui avait pour titre : *La platine, l'or blanc* ou *le huitième métal*. C'est une compilation méthodique de tout ce qui avait été fait jusque-là.

3. Macquer et le citoyen Baumé entreprirent en commun, à cette dernière époque, un grand nombre d'expériences intéressantes sur le platine ; elles sont consignées dans les Mémoires de l'académie des sciences pour 1758. Buffon a rapporté, peu de temps après, dans le premier tome de ses Supplémens, une suite de recherches qu'il avait faites en commun avec Milly et le citoyen Guyton. M. de Sickingen a fait aussi des recherches nombreuses et utiles sur le platine, qu'il communiqua à l'académie, et dont Macquer a donné un extrait détaillé dans son Dictionnaire de chimie. Delisle a aussi présenté, en même temps à peu près, à l'académie des sciences un travail sur ce métal.

4. Après ces recherches déjà très-multipliées, Achard, le citoyen Guyton, Lavoisier, Pelletier, ont donné successivement des moyens d'obtenir le platine pur, celui de le fondre, et de nouvelles connaissances sur ses combinaisons. Bergman a écrit une Dissertation particulière sur la nature de

ses précipités par différens réactifs alcalins. M. Chabaneau, alors professeur de chimie en Espagne, s'est occupé des procédés propres à traiter ce métal en grand, et y a réussi. A Paris, des artistes habiles se sont aussi appliqués avec ardeur à ce genre de travail. Les citoyens Carrochez ingénieur, et Jannety orfèvre, ont trouvé également des procédés utiles pour purifier le platine et pour le forger. Le premier en a construit des miroirs de télescope, et le second en fabrique tous les jours des lames, des fils, des creusets et toutes sortes d'ustensiles qui servent en physique et en chimie.

5. De ces différens travaux réunis résulte une connaissance déja assez avancée des propriétés du platine, quoiqu'il y ait encore beaucoup de choses à desirer pour compléter l'histoire de ce métal. La doctrine pneumatique n'a rien fait sur le platine, que d'apprendre à le placer sur la même ligne que l'or, par rapport à son oxidabilité difficile, à son peu d'attraction pour l'oxigène, et conséquemment à son inaltérabilité par le plus grand nombre des corps.

B. *Propriétés physiques.*

6. Le platine, purifié par les procédés qui seront bientôt indiqués, est d'un blanc moins beau que l'argent, et qui tire un peu sur le gris de fer. Quand il est bruni il tire sur le noir et n'a point l'éclat blanc de l'argent; ses parties mattes sont un peu grises et un peu ternes. Il n'a point l'aspect aussi brillant et aussi agréable que l'argent et que l'or; et la plupart des hommes, quoique ne pouvant pas le confondre avec d'autres métaux, n'en pourraient pas prendre à la vue seule la même idée, ni lui accorder la même estime qu'à ces deux métaux précieux qui attirent leurs regards et excitent leur admiration.

7. Ce métal est le plus dense et le plus pesant de tous les corps naturels. Quand il est faiblement battu ou forgé, sa

pesanteur est à celle de l'eau comme 20.850 : 1000 ; quand il est fortement écroui, elle va jusqu'à 20.980, suivant les expériences du citoyen Borda. Sickingen l'a portée jusqu'à 21.061, et M. Chabaneau à 24.000. Sa dureté n'est pas la plus grande que l'on trouve parmi les métaux : en raison de cette propriété, le citoyen Guyton lui assigne le second rang parmi les métaux, après le fer et le manganèse, et avant le cuivre.

8. L'élasticité du platine paraît être assez forte : sa ductilité est grande ; quoiqu'il soit assez difficile à traiter, on le réduit en fils très-fins et en feuilles très-minces. Le citoyen Guyton lui donne le second rangparmi les métaux, considérés dans cette propriété ; il le place entre l'or et l'argent. On le plie facilement ; et la résistance, la cohésion de ses molécules dans les lames qu'on en fabrique, permettront d'en faire quelque jour un grand nombre d'usages d'une haute importance. Le citoyen Guyton a fait les dernières et les plus exactes expériences sur sa ténacité ou sur la cohésion de ses molécules. Il lui attribue à cet égard le troisième rang après le fer et le cuivre, avant l'argent et l'or. Il a trouvé que des fils de ces cinq métaux, tirés à la même filière et de deux millimètres de diamètre, portaient le poids suivant avant de se rompre :

Fer.	249.659 kilogrammes.
Cuivre	137.399
Platine	124.690
Argent	85.062
Or	68.216.

9. Le platine, comme tous les autres métaux, s'échauffe vîte, et est très-bon conducteur du calorique. Le citoyen Borda a trouvé que sa dilatation est de $\frac{1}{92000}$ pour un degré du thermomètre de Réaumur, et $\frac{1}{116000}$ pour un degré du thermomètre décimal. C'est de tous les métaux le plus intraitable au feu et le plus difficile à fondre. Il s'éloigne encore du man-

ganèse et du fer par cette propriété. Le citoyen Guyton estime sa fusibilité à $160+x$; c'est-à-dire à un degré encore inconnu, ou supérieur à la dernière limite du pyromètre de Weegdwood : tandis qu'il place, comme on l'a vu ailleurs, celle du manganèse à 160, et celle du fer à 130. En effet, le plus grand feu connu de nos fourneaux ne ramollit même que très-peu sensiblement le platine en grains. On ne parvient qu'aux plus extrêmes températures à aglutiner seulement ces grains, sans leur communiquer cependant une véritable ou forte adhérence, puisqu'on peut les séparer par le choc. Macquer et le citoyen Baumé en ont tenu exposés plusieurs de suite au feu continuel et violent d'une verrerie; et ces grains se sont seulement collés légèrement les uns aux autres; ils se sont ensuite séparés par l'effort de la main. Ils ont vu que leur couleur devenait très-brillante quand ils étaient rouges à blanc. En exposant ces mêmes grains de platine bien triés au foyer de la lentille ardente de l'académie, les portions placées au centre du foyer ont fumé, et se sont fondues au bout d'une minute, et ont formé un bouton homogène, blanc et brillant, bien ductile, susceptible d'être coupé avec un couteau. Le citoyen Guyton est aussi parvenu à en fondre de petites portions dans un creuset, à l'aide de son flux réductif, composé de huit parties de verre pilé, d'une partie de borax calciné, et d'une demi-partie de charbon en poudre, en employant à cette opération le fourneau à vent de Macquer. Lavoisier a aussi également fondu de petites portions de platine dans un creux de charbon avec le soufflet de gaz oxigène : et depuis tous ces essais, il n'y a rien de si aisé que de se procurer de petits boutons de ce métal ainsi fondu; mais ce sont de si petites masses qu'il est impossible de les employer à des expériences décisives; et l'on peut dire encore qu'on n'a point obtenu de véritable et utile fusion du platine, puisque, traité par les moyens ordinaires, il a été impossible de le faire entrer en fonte sous un volume qui permette d'en

bien examiner les propriétés, et de le faire servir aux essais propres à les faire connaître. Aussi verra-t-on bientôt que, pour en tirer le parti utile qu'on en a déja tiré pour en fabriquer des lames, des plaques, des barres, des fils, des vases, etc., il a fallu le fondre à l'aide de quelques alliages, et le séparer ensuite par le forgeage de ceux des métaux qu'on y a réunis. J'en parlerai à l'article métallurgie.

10. Le platine est très-bon conducteur du fluide électrique et du Galvanisme. On n'a point apprécié le rapport de cette propriété avec celle des autres métaux; mais il paraît qu'elle est très-forte : il n'a ni odeur ni saveur, et ressemble par ce caractère à l'argent et à l'or.

C. *Histoire naturelle.*

11. Le platine n'a encore été trouvé que parmi les mines d'or de l'Amérique, et spécialement dans celle de Santa-Fé, près de Carthagène, et au bailliage de Choco au Pérou. On le retire sous la forme de petits grains ou de paillettes d'un blanc ou gris livide, dont la couleur tient à la fois de celles de l'argent et du fer. Ces grains sont mêlés de plusieurs substances étrangères; on y trouve des paillettes d'or, du sable ferrugineux noirâtre, des grains qui paraissent à la coupe scorifiés comme le mâchefer, et quelques molécules de mercure.

12. En examinant à la loupe les grains de platine, les uns paraissent anguleux, d'autres arrondis ou aplatis comme des espèces de gallets. Ils s'aplatissent sous le marteau; quelques-uns se brisent en plusieurs morceaux; ceux-ci paraissent souvent creux dans leur intérieur, et contiennent des parcelles de fer et une poussière blanche. C'est à ces petits grains de fer que l'on doit attribuer la propriété d'être attirables à l'aimant, qu'on reconnaît dans les grains de platine, quoique bien séparés du sable ferrugineux qu'ils contiennent.

Pour avoir les grains de platine les plus purs et les plus gros, on les trie à la main, et on en sépare les paillettes d'or, les sables quartzeux, et le fer qui s'y rencontrent.

13. Il est vraisemblable que le platine ne se trouve pas dans l'intérieur de la terre, tel qu'on l'apporte et qu'on le voit dans nos collections minéralogiques. La forme de grains et de paillettes qu'il présente est due, soit aux mouvemens des eaux par lesquelles il est entraîné des montagnes dans les plaines, soit au broiement des meules par où l'on fait passer les mines d'or avec lesquelles il est mêlé ou disséminé dans la nature. On en a trouvé quelquefois des morceaux assez volumineux. La société de Biscaie en possède dans sa collection un morceau gros comme un œuf de pigeon. Ces fragmens isolés et plus gros que les autres sont souvent de forme ovoïde. Le citoyen Gillet en a un de cette forme qui a environ un centimètre ou 4 lignes $\frac{1}{2}$ de longueur sur 7 millimètres ou 3 lignes $\frac{1}{9}$ dans sa plus grande largeur, et qui pèse à peu près 21 décigrammes ou 40 grains. Aucun naturaliste n'a encore décrit le gissement, les gangues ni les variétés des mines de platine. C'est le métal le moins connu encore dans la nature, et le seul peut-être qui, trouvé jusqu'ici dans un seul Etat, ne l'a encore été que dans un seul pays.

D. *Essai et métallurgie.*

14. Le platine est très-reconnaissable à sa forme, à sa couleur et à sa pesanteur. Comme il est toujours mélangé de sable et de fer, souvent d'or et de mercure, outre le triage à la main, dont j'ai déja parlé, et qui a fait trouver à Tillet quelques grains de ce métal enchatonés dans une gangue quartzeuse, on a recours à différens procédés pour le purifier. On le fait chauffer et rougir pour en volatiliser la portion de mercure laissée par l'amalgamation qui a servi à en obtenir l'or. On en sépare le fer par le barreau aimanté, qui enlève

très-souvent avec ce métal attirable de petits fragmens de platine. On en fait aussi chauffer les grains avec de l'acide muriatique qui dissout et enlève le fer. Bergman a remarqué que le platine diminue de 0.05 de son poids par cette opération. Il ne reste plus après cela que le platine et l'or que l'on dissout tous les deux dans l'acide nitro-muriatique ; et on retrouve la proportion de ces deux métaux en précipitant l'or par le sulfate de fer, et en pesant avec soin ce précipité, qui, comme je l'ai dit, est en poussière métallique.

15. Quant aux travaux en grand, il n'y en a encore aucun d'arrêté ou de pratiqué. Le gouvernement espagnol s'étant apperçu que l'on altérait l'or avec le platine, et qu'il était difficile de s'appercevoir de la fraude à cause de la pesanteur spécifique de cet alliage et de son inaltérabilité, a, dit-on, fait fermer les mines de platine : expression fausse, et qu'il faut expliquer de manière à ce qu'elle ne laisse point d'ambiguité et d'incertitude. Il paraît que le platine se trouvant toujours mêlé avec les mines d'or, et tous les deux étant disséminés à l'état natif dans la même gangue, il n'est pas possible qu'on ait fermé les mines de platine ; mais qu'à mesure qu'on trait et qu'on sépare celui-ci, qui ne se dissout point dans le mercure comme le fait l'or, on le jette ou on le met à part, de manière à ce qu'il ne passe plus comme autrefois dans le commerce : de là vient que l'art de le travailler en grand n'a pas fait de progrès, et qu'il n'a pu être élevé aucun établissement pour cette branche si neuve encore de la métallurgie.

16. Aussi ce qui appartient à la métallurgie du platine n'est qu'une suite de travaux faits plus en grand que ceux d'un simple essai, mais beaucoup moins en grand que les travaux métallurgiques ordinaires. C'est par ces travaux que les citoyens Carrochez, Jeannety, Chabaneau et plusieurs autres, sont parvenus à fondre, sur-tout à l'aide de l'acide arsenieux, ou ce qu'on appelle l'*arsenic blanc*, des quantités un peu consi-

dérables, quelques kilogrammes de platine, à le battre et à le forger, en le faisant continuellement chauffer et ramollir de manière à le priver peu à peu et enfin tout-à-fait de l'arsenic qui l'entraîne dans sa fusion, et à lui conserver la forme continue et liée, propre à le laisser laminer, emboutir, tirer à la filière. C'est par un travail pareil qu'on lui a donné la plus grande pureté en le mettant à l'état ordinaire des autres métaux, et en lui faisant prendre les formes qui peuvent le rendre utile à un grand nombre d'usages.

Comme on n'a point encore décrit les divers procédés dont la plupart des artistes cités se servent pour purifier, fondre et forger le platine en grand, je crois utile de donner ici celui du citoyen Jeannety, publié par lui-même dans le rapport fait en 1790 au bureau de consultation, par Pelletier.

Procédé du citoyen Jeannety pour obtenir le platine en barre et malléable.

« Il faut piler le platine pour le débarrasser des parties ferrugineuses et hétérogènes qui lui sont mêlées. Ce préliminaire rempli, je prends trois marcs de platine, six marcs d'arsenic blanc en poudre, et deux marcs de potasse raffinée ; je mêle le tout : je mets au feu un creuset du contenu de quarante marcs ; et quand mon fourneau et mon creuset sont bien chauds, je jette dans le creuset un tiers du mélange, et je donne une bonne chaude, ensuite une seconde charge, et ainsi de suite, ayant soin à chaque charge de mêler le tout avec une baguette de platine : je donne alors un bon coup de feu ; et après m'être assuré que le tout est bien liquide, je retire mon creuset, et je le laisse refroidir. Après l'avoir cassé, je trouve un culot bien formé qui attire le barreau aimanté ; je brise mon culot, je le fonds une seconde fois de la même manière ; et si cette seconde fonte ne l'a pas purifié du fer, je le fonds une troisième fois ; mais, en général, deux fontes

suffisent ; et si je suis forcé d'en faire une troisième, je réunis deux culots pour épargner un creuset et du charbon.

» Cette première opération étant faite, je prends des creusets dont le fond est plat, d'une circonférence qui donne au culot environ trois pouces et un quart de diamètre : je fais bien rougir ces vaisseaux, et je jette dans chaque trois marcs de platine qui a été fondu par l'arsenic après l'avoir brisé, et auquel je joins son poids égal d'arsenic et un marc environ de potasse raffinée : je donne alors un bon coup de feu ; et après m'être assuré que le tout est bien liquide, je retire mon creuset du feu, et je le mets refroidir, observant de le placer horizontalement pour que mon culot soit d'égale épaisseur. Après avoir cassé le creuset, je trouve un culot bien net et sonore, pesant communément trois marcs trois onces. J'ai observé que plus il se combinait d'arsenic avec le platine, plus sa purification était prompte et facile. Dans cet état, je mets mon culot dans un fourneau à moufle, laquelle ne doit pas être plus haute que la circonférence des culots placés sur le champ, et un peu inclinés contre les parois de la moufle : j'en place de cette manière trois de chaque côté ; je mets le feu à mon fourneau, afin que la moufle soit également chauffée dans sa circonférence ; et à l'instant que les culots commencent à évaporer, je ferme les portes de mon fourneau pour soutenir le feu au même degré ; ce qui doit être observé jusqu'à la fin de l'opération : car un seul coup de feu trop violent détruirait toutes les peines que l'on se serait données jusque-là. Je fais évaporer mes culots pendant six heures, ayant soin de les changer de place pour qu'ils reçoivent tous le même degré de chaleur, et je les mets dans de l'huile commune ; je les tiens le même espace de temps à un feu suffisant pour dissiper l'huile en fumée : je continue cette opération tout le temps que le culot évapore ; et lorsque l'évaporation cesse, je pousse le feu, autant qu'il m'est possible, par le moyen de l'huile. Les vapeurs arsenicales ont un bril-

lant métallique que je n'obtiens pas sans intermède, et je n'avais jamais pu avoir le platine parfaitement malléable sans cet agent.

» Si les préliminaires que j'indique ont été bien suivis, l'opération ne dure que huit jours : alors je décape mes culots dans de l'acide nitreux ; je les fais bouillir dans de l'eau distillée, jusqu'à ce qu'ils ne contiennent plus d'acide ; j'en mets alors plusieurs l'un sur l'autre ; je leur applique le degré de chaleur le plus fort possible, et je les frappe au mouton, ayant soin, à la première chaude, de les rougir dans un creuset pour qu'il ne s'introduise aucun corps étranger dans mes culots, qui ne sont que des masses spongieuses avant cette première compression : après, je les chauffe à nu, et j'en forme un carré que je frappe sur toutes les faces, plus ou moins longtemps, suivant qu'ils ont du volume ».

17. Il y a tout lieu de croire que le gouvernement espagnol, qui possède seul dans l'Amérique les mines de platine connues, et qui sait que la chimie fournit des moyens certains de reconnaître tous les alliages et toutes les proportions du platine avec l'argent et l'or, de manière qu'il n'y ait plus rien à en craindre pour la sûreté du commerce, en rendant à la circulation ce métal précieux, dans un temps qui ne peut plus être fort éloigné de celui où nous vivons aujourd'hui, offrira bientôt aux métallurgistes l'occasion de perfectionner le travail, la purification, la fusion et sur-tout le forgeage du platine. Il y a également lieu de croire que ce travail, suivi sur le plan des premiers essais qui ont déja si bien réussi aux artistes et aux savans que j'ai cités, réduira bientôt à un prix moindre que celui mis jusqu'ici au produit de cette nouvelle industrie, les lames, les plaques, les lingots et les fils de platine pur, dont l'utilité sera exposée à la fin de cet article.

E. *Oxidabilité par l'air.*

18. Non seulement le platine ne s'altère, ni dans son brillant, ni dans sa couleur par une longue exposition à l'air, ni même lorsqu'on augmente beaucoup sa température : il semble même l'emporter, à cet égard, sur l'argent et l'or; car un lingot ou une plaque à surface bien polie et brunie de ces trois métaux, rougie en même temps et au même feu traversé par l'air, éprouve, de la part de l'argent et de l'or, une légère altération dans sa couleur, qui devient terne et matte, tandis que celle de platine sort du feu et se refroidit dans l'air en conservant son brillant et son poli; ce qui dépend de sa densité beaucoup plus forte que celle de ces deux métaux, et de l'extrême rapprochement de ses molécules.

19. La même inaltérabilité ou une indestructibilité aussi parfaite ne paraît pas exister tout-à-fait au même degré dans les grains de platine natif. Macquer a observé que ces grains fortement rougis dans un creuset au feu de verrerie prenaient, en refroidissant dans l'air, une couleur terne et grise foncée, et qu'ils augmentaient de poids. La même observation faite auparavant par Margraff, et d'accord avec plusieurs autres faits analogues sur le foncement de couleur de ce métal, dans les cas où l'on parvint à l'oxider, semblent annoncer qu'il est susceptible, après avoir été fortement rougi, et lorsqu'on le tient plongé dans l'air pendant son refroidissement, d'absorber une faible proportion d'oxigène, qui ne va à la vérité qu'à quelques millièmes.

20. Ce phénomène, vu par tous les chimistes qui ont décrit l'action d'un grand feu combinée à celle du contact de l'air sur le platine en grains, n'empêche pas qu'on ne doive le regarder comme un des métaux les plus inaltérables et les plus indestructibles par l'atmosphère, comme un de ceux qui y resteront les plus purs et le plus long-temps sans le plus léger change-

ment et la plus légère perte, lorsqu'on l'y laissera exposé en morceaux, en barres, en lames, en feuilles ou en fils : car, je ne saurais trop le faire remarquer, il présente une plus grande densité, et par conséquent une bien plus forte immutabilité dans sa purification, et après avoir été comprimé, que lorsqu'il est sous la forme de grains et de paillettes que lui a donnée la nature. D'ailleurs, il faut remarquer encore que beaucoup des auteurs que je suis obligé de citer pour offrir l'histoire complète des propriétés de ce métal, ont souvent opéré sur le platine en grains natifs, et ont dû par conséquent rapporter au fer, dont il contient au moins 0.05, les attractions dont ils l'ont cru susceptible; en sorte qu'il y a toujours quelques corrections à faire dans tous les énoncés d'observations faites avant qu'on eût rendu plus communs les morceaux, les plaques et les fils de platine purs, comme on le fait aujourd'hui.

21. Malgré cette singulière inaltérabilité du platine, portée plus loin que celle de l'argent et de l'or, elle n'est cependant encore que relative aux faibles moyens de division et de température qui sont à notre disposition. Les dernières expériences faites par l'oxidation au moyen de la violente commotion électrique, dues au citoyen Van-Marum, ont prouvé qu'un fil de ce métal se brisait et s'enflammait dans l'air, s'y dispersait en poussière semblable à une fumée qui était un véritable oxide de platine. En recevant cette poussière sur un papier, ou en faisant brûler ce métal assujetti sur un papier blanc, on a, au lieu d'une espèce de fumée, une tache grise sale qui s'attache à ce corps, et qui le pénètre profondément pour ne pouvoir plus en être détaché. On observe une flamme blanche peu brillante pendant cette espèce de déflagration. Ainsi dans la forte température, et par la division extrême que la commotion électrique lui communique, il s'allume, s'enflamme et brûle comme tous les autres corps combustibles. Mais avec cette violente combustion, on ne peut pas regarder

cet effet comme la dernière oxidation du platine. Il paraît qu'il ne contient pas tout l'oxigène qu'il peut absorber, que ce n'est qu'un premier oxide qui peut aller plus loin dans son oxidation, comme on le verra par l'action des acides susceptibles de l'attaquer. Au reste, on n'a pas encore recueilli d'assez grandes proportions de cet oxide pour en reconnaître les propriétés, pour en déterminer l'augmentation de poids; et ce n'est que par une analogie, à la vérité bien forte, que l'on pense qu'il est facilement décomposable, et que l'action du calorique peut en dégager l'oxigène et le réduire complétement.

F. *Union avec les corps combustibles.*

22. Parmi les corps combustibles, il n'y a que le phosphore et le plus grand nombre des métaux qui puissent s'unir au platine. Toutes les autres substances de cet ordre ne contractent avec lui aucune combinaison. L'azote, l'hidrogène, le carbone, le soufre sur-tout qui s'unit à tant d'autres substances métalliques, n'exercent aucune action sur le platine, et ne forment aucun composé avec lui. Cette résistance à la combinaison, cette faiblesse, cette absence même d'attraction de la part du platine, tiennent évidemment à la densité et au rapprochement de ses propres molécules, qui adhèrent trop entre elles pour être attirées par celles de ces corps.

23. Margraff s'était déja apperçu d'une action marquée entre le platine et le phosphore; mais il n'avait qu'entrevu la combinaison que ces deux matières sont susceptibles de former entre elles: c'est à Pelletier que l'on doit la connaissance réelle autant qu'exacte de l'union de ces deux corps. Un mélange de parties égales de platine en grains purifié et de verre acide phosphorique, auquel il avait ajouté un huitième de son poids de charbon, chauffé pendant une heure dans un creuset jusqu'à la température qui fait fondre l'or, lui a présenté, sous un verre noirâtre, un petit culot d'un blanc

argentin, un peu plus lourd que le platine employé, dont le fond était rempli de cristaux cubiques. Ce culot était de véritable phosphure de platine très-dur, étincelant par le choc du briquet, non attirable par le barreau aimanté, très-aigre, laissant échapper le phosphore au feu capable de le tenir en fusion, se couvrant d'un verre noir d'abord, ensuite verdâtre, bleuâtre et blanc. Cette couleur successive du verre a fait penser à Pelletier que le phosphore était propre à séparer le fer du platine, et à purifier ce dernier. En exposant ce phosphure à un grand feu dans des coupelles renouvelées, il est parvenu à en séparer tout le fer à l'aide du verre phosphorique, qui, en l'entraînant, a pénétré la terre des os. Le platine exposé quatre fois de suite à cette espèce de coupellation, était en bouton susceptible d'être laminé, mais encore cassant à chaud. En variant cette expérience, Pelletier est parvenu à affiner du platine de manière qu'il était très-pur. Le phosphure de ce métal détone vivement quand on le jette en poudre sur du nitre en fusion ; son mélange avec du muriate suroxigéné de potasse, projeté dans un creuset rouge, produit une vive détonation, et laisse le platine très-pur au fond de ce vaisseau.

Ayant fait rougir du platine en grains dans un creuset, il y a projeté du phosphore ; le métal est entré promptement en fusion : il s'est formé un phosphure aigre, dur, d'un grain serré, assez semblable au blanc de l'acier, recouvert d'une couche de verre noir : il avait acquis un peu plus du sixième de son poids primitif. Ce phosphure, exposé à un grand feu, perd son phosphore qui vient brûler à sa surface, et qui laisse du platine infusible en masse scorifiée et poreuse, très-malléable, très-pur, retenant seulement un peu de verre phosphorique entre ses molécules. En le frappant après l'avoir fait rougir à blanc sous un mouton, il en a fait sortir tout le verre qu'il renfermait, et il en a obtenu un culot de platine très-pur et très-malléable. Il s'est servi de ce procédé pour fabriquer des plateaux de balance, et des flacons qu'il a fait

frapper en médailles. Il s'est arrêté à ce moyen comme un des meilleurs de séparer complétement le fer que contient le platine et sur lequel seul l'acide phosphorique a de l'action. Pour opérer cette importante purification, il a fondu deux parties de platine avec une partie de cet acide vitreux.

24. Si le soufre n'attaque point le platine, les sulfures alcalins le dissolvent et changent ses propriétés : il se comporte à cet égard comme l'or, et passe liquide à travers les filtres à l'aide de cette dissolution ; elle est cependant beaucoup moins facile et prononcée avec ce métal qu'avec l'or. Il n'est pas douteux qu'on obtiendrait un résultat analogue avec le phosphore et les alcalis ; mais on n'a point examiné cette espèce de combinaison que l'union immédiate du phosphore et du platine rendrait probable.

25. L'arsenic s'unit au platine et forme avec lui un alliage dur, roide et cassant. On s'est beaucoup occupé de l'action de l'acide arsenieux ou oxide d'arsenic sur le platine. M. Achard et le citoyen Guyton sont les deux chimistes qui ont les premiers traité ce métal par l'arsenic blanc, comme on l'appelait encore avant l'expression appropriée d'acide arsenieux. C'est par cette addition très-fondée qu'on est parvenu à fondre et à couler ce métal, à le purifier des diverses matières étrangères qu'il pouvait contenir, et à l'obtenir peu ductile, susceptible de servir à tous les usages auxquels ce beau métal peut être spécialement destiné. C'est encore ainsi qu'on le travaille à Paris, un peu en grand ; qu'on le fond et qu'on le moule d'abord en lames épaisses et parallélogrammatiques, qu'on fait ensuite rougir, qu'on tire en barres ou en lingots plats, en le frappant à coups redoublés. Par le moyen de ces percussions répétées sur le platine allié d'arsenic, qu'on fait rougir avant de le battre, l'arsenic se sépare et se volatilise ; le métal s'affine, devient infusible, mais conserve sa ductilité, de manière qu'on peut le travailler et le traiter comme le fer, qui est cependant beaucoup plus facile à forger. Quand il a été

rougi et fortement battu un assez grand nombre de fois, il se trouve pur, ne contient plus sensiblement d'arsenic. Malgré que chaque artiste qui travaille un peu en grand ce métal à Paris soit censé se servir de procédés particuliers, il paraît qu'on suit généralement celui que j'annonce ici, parce qu'il n'y a que l'arsenic qui jouisse de cette double et importante propriété de favoriser la fusion du platine, et de le quitter plus ou moins complétement par l'action du calorique long-temps continuée, et par le battage qu'on emploie pour le forger.

26. On ne connaît point les combinaisons du platine avec le tungtène, le molybdène, le chrome, le titane, l'urane et le manganèse. On a eu trop peu de ces différens métaux purs et de platine même, et on a trop peu espéré de son alliage avec ces substances métalliques, pour qu'on ait encore examiné les attractions qui existent entre eux, ainsi que les produits de leur union. Il en est de même du cobalt et du nickel. Bergman, en comparant ensemble les propriétés de ces derniers métaux entre eux, a fait voir qu'ils se rapprochaient beaucoup l'un de l'autre et en même temps du fer; et il a douté si on ne pourrait pas les regarder tous, en particulier le platine, comme des modifications du fer, ou plutôt comme des états variés d'une seule et même substance métallique primitive, susceptible de prendre une foule de formes et de qualités différentes suivant les nombreuses circonstances dans lesquelles la nature la place et l'art la traite. Mais avec sa précision et sa pureté ordinaires de raisonnement, il a conclu de tous les faits qu'il a rassemblés sur ces divers métaux, que le platine qui n'a jamais été séparé en divers corps, et dont on n'a jamais imité la nature par aucun alliage, quel qu'il soit, était réellement un métal particulier.

27. Le bismuth s'allie très-bien avec le platine par la fusion; il en résulte un métal d'autant plus fusible et d'autant plus aigre, que la proportion du bismuth est plus abondante. Ce même alliage change facilement de couleur à l'air; il y

devient jaune, pourpre et noirâtre. Il ne peut pas être coupellé; et lorsque la proportion du bismuth diminue, le platine, reprenant son infusibilité et son caractère naturellement intraitable, se fige en masse boursouflée, poreuse et scoriforme, qui retient beaucoup de bismuth encore, et qui reste extrêmement aigre et cassante. Il faut observer cependant que ces phénomènes n'ont été vus encore et décrits qu'avec le platine impur et brut, et qu'on n'a point essayé de reconnaître cet alliage avec le platine purifié dont j'ai parlé plus haut.

28. On sait aussi que le platine brut se fond facilement avec l'antimoine, qu'il en résulte un métal à facettes, très-cassant, dont on peut séparer l'antimoine par l'action du feu, mais qui en retient assez opiniâtrément les dernières portions pour perdre beaucoup de sa pesanteur et de sa ductilité. Il en est, au reste, de cette combinaison comme de la précédente; on n'a point encore examiné l'alliage du platine pur avec l'antimoine, et on ne connaît pas les propriétés de cet alliage, qu'il faudra rechercher de nouveau. Il en est de même de l'action du sulfure d'antimoine que les alchimistes ont employé si souvent pour purifier l'or, et qui, par analogie, pourrait avoir la même action sur le platine brut ou impur: on n'a point encore essayé de la mettre à profit pour la purification du platine.

29. Presque tous les chimistes se sont accordés à dire jusqu'ici que le mercure ne peut pas s'unir au platine, et qu'on ne peut pas faire une amalgame avec ce métal; on était d'ailleurs fondé à adopter cette opinion d'après ce qu'on savait, qu'en Amérique l'on séparait l'or du platine par le mercure, et que l'on n'obtenait même le platine qu'après avoir trituré avec du mercure la mine qui contenait l'un et l'autre. Cependant, en recherchant avec soin les propriétés du platine brut, on y trouve assez souvent une portion de mercure. Scheffer et Lewis ont vainement essayé, même à l'aide de l'eau et de l'acide nitro-

muriatique, d'amagalmer le platine. Le citoyen Guyton ayant reconnu que l'adhérence d'une lame de platine au mercure était beaucoup plus forte que celle des métaux qui ne peuvent pas s'y unir, qu'elle se rapprochait assez de celle de quelques-uns des métaux qui s'y dissolvent assez facilement, qu'elle l'emportait même sur l'adhérence du zinc et de l'antimoine qu'on peut combiner avec ce métal, a tenté de faire cette combinaison, et y est, jusqu'à un certain point, parvenu par un procédé différent de ceux qu'on avait pratiqués jusqu'à lui. Une lame très-mince de platine pur, placée et contenue sous du mercure au fond d'un matras plongé dans un bain de sable assez chaud pour que le mercure fût entretenu bien bouillant et que le matras devînt bien rouge, sortit de ce liquide métallique, augmentée de poids, pénétrée de mercure et devenue très-cassante ; en un mot, dans un état bien prononcé d'amalgamation. A la vérité, ce genre de combinaison diffère sensiblement de celle des métaux vraiment dissolubles dans le mercure, puisque le platine ne perd pas sa forme solide et ne se dissout pas ; mais elle est au moins beaucoup plus sensible que celle du fer dont on avait déja rapproché le platine, sous le rapport de cette indissolubilité dans le mercure. Il est facile de voir qu'à raison de cette difficile dissolution, les alliages de quelques métaux bien dissolubles avec le platine pourraient être traités par le mercure, qui séparerait le premier sans toucher au platine pur.

30. Le zinc se combine aisément au platine et le rend très-fusible ; l'alliage qui en résulte est cassant, dur à la lime : il a une nuance de bleu lorsque le platine sur-tout est plus abondant que le zinc. En chauffant long-temps cet alliage, on en sépare le zinc qui se volatilise et brûle à la surface ; mais on a beaucoup de peine à extraire les dernières portions de zinc, comme celles du bismuth et de l'antimoine dans les alliages de ces deux derniers métaux.

31. Le platine s'allie très-aisément à l'étain. Cet alliage est

un des plus fusibles et un des plus faciles à liquéfier et à couler. Il est malheureusement très-aigre et cassant par le choc dans la proportion des deux métaux à parties égales. L'étain, à la dose de douze parties sur une de platine, forme un métal mixte bien ductile, d'un grain cependant rude et grossier, qui jaunit à l'air. On voit, d'après cela, que le platine paraît diminuer beaucoup la ductilité de l'étain; cependant c'est un alliage analogue auquel on ajoutait du cuivre, qu'on a proposé pour la fabrication des miroirs de télescope. Lewis assure être parvenu à oxider du platine, et à le dissoudre dans l'acide muriatique au moyen de son alliage avec l'étain. En général, on sait que les métaux, dans leurs combinaisons réciproques, acquièrent souvent de la combustibilité.

32. Le platine se fond très-bien avec le plomb, cependant en exigeant un feu plus fort que l'alliage précédent. La ductilité du plomb est singulièrement altérée par son union avec le platine: l'alliage qui en résulte, à parties égales, tire sur le pourpre; il est strié, grenu dans sa cassure, et fragile; il s'altère aussi facilement à l'air. La coupellation du platine par le plomb a été regardée par tous les auteurs qui se sont occupés de ce métal important, comme une des plus intéressantes opérations qu'ils eussent à tenter, parce qu'il était permis d'espérer qu'elle servirait à le purifier comme l'or et l'argent: ils l'ont tentée un grand nombre de fois, et ont obtenu des succès rares à cause de l'infusibilité de ce métal. Lewis a en vain essayé un des premiers de coupeller le platine dans les fourneaux de coupelles ordinaires, malgré le grand feu qu'il y a donné. L'oxidation et la vitrification, ainsi que l'absorption du verre de plomb par la coupelle, n'ont lieu que dans le commencement et à raison de la surabondance du plomb; mais bientôt le platine se fige, l'opération s'arrête, le métal reste uni à une portion de plomb, et n'a aucune ductilité. Macquer et Baumé disent cependant être parvenus à coupeller complétement une once de platine avec deux

onces de plomb, placés dans l'endroit le plus chaud du four qui cuit la porcelaine dure de Sèvres. Le feu de bois y dure cinquante heures de suite. Après ce temps, le platine qu'ils ont retiré était aplati sur la coupelle, bien fondu ; sa surface était sombre et ridée : ils l'ont détachée facilement ; sa surface inférieure était brillante, et il s'est laissé étendre très-bien sous le marteau. Ils se sont assurés que ce platine était très-pur et qu'il ne contenait plus de plomb. Deux morceaux de platine ainsi coupellés, rougis à blanc, frappés l'un sur l'autre d'un coup de marteau, se sont soudés solidement. Le citoyen Guyton a également réussi à coupeller un mélange d'un gros de platine et de deux gros de plomb en se servant du fourneau à vent de Macquer. L'opération faite en quatre reprises a duré douze heures. Ce chimiste a obtenu un bouton de platine, non adhérent, bien homogène, d'une couleur semblable à celle de l'étain, un peu raboteux à sa surface, pesant juste un gros, et non attirable à l'aimant. On voit par le résultat de ces deux expériences qu'elles fournissent un procédé propre à donner le platine pur fondu en globules, malléable et facile à réduire en plaques susceptibles d'être forgées, conséquemment d'être employées à la fabrication de beaucoup d'ustensiles. Mais il n'est pas moins évident que ces procédés dispendieux et difficiles ne pourront jamais être regardés comme appropriés aux arts, et ne serviront tout au plus que pour quelques opérations délicates des sciences.

33. Lewis a fondu de la fonte de fer avec du platine ; il en a obtenu un alliage si dur que la lime ne pouvait pas l'entamer ; il avait un peu de ductilité, mais il se cassait net lorsqu'il était rouge, en raison de la différence de fusibilité entre ses deux composans. Le même chimiste n'a jamais pu parvenir à allier le fer forgé avec le platine ; il espérait réunir par là la dureté de l'acier trempé avec la grande ductilité du platine. Cette impossibilité d'union entre le platine et le fer éloigne beaucoup l'idée que quelques chimistes se sont formée

du platine, qu'ils avaient cru être ou une espèce de fer, ou un alliage naturel de fer et d'or. Il n'y a pas d'exemple d'un métal allié qui ne s'unisse pas avec l'un de ceux qu'il contient déja dans son alliage. Il est vrai que l'infusibilité extrême des deux métaux à réunir dans cette combinaison est un grand obstacle à la formation de cet alliage. On l'obtient cependant fort aisément à l'aide d'un troisième métal, et particulièrement de l'étain, du plomb et du zinc.

34. Le platine se fond mieux avec le cuivre, auquel il donne de la dureté : quand la proportion du cuivre est trois ou quatre fois plus grande que celle du platine, l'alliage a de la ductilité; il peut prendre un très-beau poli qu'il ne perd pas même après dix ans d'exposition à l'air. C'est avec cette combinaison métallique, à laquelle ils avaient ajouté de l'arsenic pour la rendre plus fusible, que les citoyens Rochon et Carrochez ont fait des miroirs de télescope très-beaux, d'un poli parfait, d'un grain très-fin, et presque complétement inaltérables par le contact de l'air.

35. Le platine s'allie aisément à l'argent par la fusion, quoiqu'il coule assez difficilement avec ce métal. Le platine augmente beaucoup la dureté de l'argent, et ternit sa couleur. Quand on tient quelque temps cet alliage fondu, les deux métaux se séparent. Lewis a vu, dans cette fusion, l'argent lancé vers les parois du creuset avec une sorte d'explosion. Ce phénomène a été depuis observé dans l'argent seul, chauffé fortement, par le citoyen Darcet, ainsi que je l'ai dit déja dans l'histoire de ce dernier métal. Tillet, dans les expériences qu'il a faites sur l'alliage de ces deux métaux et sur leur séparation par une espèce de départ à l'aide de l'acide nitrique, a obtenu le platine séparé sous la forme cristalline de feuilles de fougère, et en partie attaqué par l'acide.

36. L'or se combine bien au platine, quoiqu'il ne se fonde avec lui qu'à un violent coup de feu; le platine altère beaucoup et affaiblit la couleur de l'or, à moins qu'il ne soit en très-petite quantité. On a observé que ce changement de couleur

n'a lieu qu'au-dessus d'un dix-septième, et qu'à cette proportion, ainsi qu'à celles qui sont au-dessous, la couleur de l'or n'est pas sensiblement altérée. Le platine ne modifie pas sensiblement la pesanteur spécifique de l'or, non plus que sa ductilité : c'est pour cela que la fraude en a abusé pour allier et sophistiquer de l'or avec du platine. Le gouvernement espagnol, en raison de cette facilité de la fraude, a empêché l'importation de ce dernier métal en Europe, et le fait jeter dans les rivières à mesure qu'on en extrait des mines d'or avec lesquelles il est disséminé. Mais j'ai déja dit, et je ferai voir bientôt plus en détail que la chimie fournit des moyens analytiques aussi sûrs que faciles de reconnaître l'alliage du platine, et d'en estimer très-promptement les proportions, par des expériences aussi exactes et qui peuvent devenir aussi familières que celles qui constituent l'art de l'essai.

37. Ceux des naturalistes ou des chimistes qui ont pensé avec l'illustre Buffon que le platine était un alliage naturel d'or et de fer, n'ont été conduits à cette opinion que d'après des analogies qui peuvent bien être regardées comme fort ingénieuses, mais qui ne sont fondées sur aucune expérience exacte. Jamais on n'a obtenu d'un alliage artificiel d'or et de fer, en quelque proportion qu'on l'ait fait, un métal analogue au platine, et jamais on n'a séparé d'or ni de fer du platine bien purifié. Dire que la nature emploie des moyens inconnus pour opérer cette espèce de combinaison métallique, et pour rendre cet alliage indécomposable ou impossible à détruire et à reconnaître par l'art, c'est admettre une supposition qu'aucun fait avéré dans toute l'analyse chimique ne rend vraisemblable ; et l'on sent qu'avec de pareilles suppositions on ferait une suite de romans ou de fictions qui ne seraient jamais que la fable et non l'histoire de la nature.

G. *Action sur l'eau et les oxides.*

38. Ce que j'ai fait connaître jusqu'ici des propriétés du platine prouve que ce métal dense est trop faiblement attiré par l'oxigène, pour qu'il puisse être en aucune manière altérable par l'eau. Il y a cependant un cas où l'on pourrait croire qu'il agit sur ce principe de l'eau : c'est celui où il s'oxide en s'enflammant dans un gaz qui ne contient point d'autre oxigène que celui de l'eau qu'il recèle en vapeur ; mais cette eau n'est décomposée que par l'étincelle et la commotion électriques, et ce n'est qu'au moment où son oxigène isolé de l'hidrogène s'offre au platine très-échauffé et très-divisé par l'effet de l'électricité, comme je l'ai déja fait voir plus haut, de l'or et de l'argent : encore cette oxidation du platine est-elle moins facile que celle de ces deux métaux.

39. Par la même raison que ce métal n'a aucune action sur l'oxide hidrogéné de l'eau, il n'en a également aucun sur les oxides métalliques. Il n'y en a point auquel il enlève l'oxigène ; et ce sont au contraire la plupart des autres métaux qui lui enlèvent communément ce principe, et qui le débrûlent avec plus ou moins d'énergie, de promptitude et de facilité.

H. *Action sur les acides.*

40. Le platine est un des métaux qui agissent le moins sur les acides, et qui y sont le moins dissolubles. L'acide sulfurique le plus concentré, et aidé de la plus forte chaleur, ne l'attaque en aucune manière, et n'en éprouve aucune altération. Il en est de même de l'acide nitrique ; et si l'acide nitreux paraît susceptible de l'attaquer légèrement, comme il le fait sur l'or, c'est beaucoup moins sensiblement que dans ce dernier métal : aussi tous les chimistes ont-ils unanimement assuré que le platine n'était point dissoluble dans l'acide du nitre. L'acide

muriatique le plus fort n'agit pas non plus sur le platine, même à l'aide d'une longue ébullition ; on se sert de cette entière inaction sur le platine, et de la forte action de cet acide sur le fer, pour séparer ce dernier métal du premier, et pour purifier celui-ci. La distillation, moyen si puissant pour oxider et dissoudre la plupart des autres métaux, ne favorise pas davantage l'altération du platine par les acides ; et l'on peut dire que de toutes les substances métalliques celle-ci est la seule qui n'éprouve aucun changement par presque tous les acides : aussi les acides phosphorique, fluorique, boracique, carbonique, et les quatre acides métalliques, beaucoup plus faibles que les trois premiers, n'exercent-ils absolument aucune influence sur le platine pur et dans son état de métal : il n'y a, comme on va le voir, que les acides surchargés d'oxigène, et qui tiennent peu à ce principe en excès, qui puissent le dissoudre.

41. Trois acides seulement, ou l'acide muriatique dans la triple circonstance de sa suroxigénation, oxident et dissolvent le platine ; l'acide muriatique oxigéné liquide agit promptement sur ce métal, et à une chaleur de 15 à 20 degrés de la graduation thermométrique de Réaumur. L'oxidation et la dissolution du platine ont lieu sans effervescence sensible, parce qu'il enlève tacitement en quelque sorte l'oxigène peu adhérent à l'acide muriatique, sans être obligé de le séparer d'aucune base susceptible de prendre la forme gazeuse ; circonstance qui, comme je l'ai déja exposé un grand nombre de fois dans les articles précédens, est la seule cause de l'effervescence dont tant d'autres dissolutions sont accompagnées : à mesure que le platine est aussi tranquillement oxidé, il est dissous de même par l'acide muriatique qui se trouve désoxigéné, mais qui a autant d'attraction pour l'oxide de ce métal qu'il en a peu pour le métal lui-même. La dissolution qui s'opère dans ce cas n'est que très-faible et très-peu chargée, à cause de la très-petite quantité d'acide muriatique qui reste dans l'eau, d'après la portion bien

peu abondante d'acide muriatique oxigéné que ce liquide contenait d'abord : aussi cette dissolution de muriate de platine, qui, saturée, serait d'un rouge brun, n'est-elle que d'un jaune foncé ou légèrement orangé. Elle ressemble cependant aux deux suivantes par toutes les propriétés qu'elle présente, elles y sont seulement faibles et peu prononcées, à cause du peu d'oxide de platine qui y est contenu.

42. L'acide muriatique chargé de gaz nitreux, et encore mieux l'acide muriatique mêlé d'acide nitreux, comme il l'est dans l'état où on le nommait autrefois *eau régale*, agit bien plus fortement et bien plus rapidement sur le platine que l'acide muriatique oxigéné. Ici, comme dans la dissolution de l'or par le même réactif, c'est l'oxide nitreux qui, aidé par la forte attraction de l'acide muriatique pour l'oxide de platine, se décompose, cède son oxigène au métal, et le rend dissoluble dans cet acide. On a observé que l'acide nitro-muriatique qui convient et qui réussit le mieux pour cette dissolution, est celui qui résulte du mélange et de la réaction de parties égales d'acide nitrique et d'acide muriatique. Cette action est cependant beaucoup moins facile et moins marquée que celle que le même acide mixte exerce sur l'or ; ce qui dépend et de l'extrême densité du platine, près d'un quart plus grande que celle de l'or, et de son attraction beaucoup plus faible pour l'oxigène. Aussi pour faire réussir cette dissolution, est-on obligé d'avoir recours à un procédé qui n'est pas nécessaire pour opérer celle de l'or. On met dans une cornue de verre une partie de platine pur en limaille fine, ou de grains de platine bien séparés du sable du fer et de l'or, du premier de ces corps par le lavage, du second par l'acide muriatique, et du troisième par un triage exact et grain à grain ; on y verse seize parties d'acide nitro-muriatique, fait à parties égales ; on met la cornue sur un bain de sable, et on y adapte un récipient ; on fait bouillir l'acide comme si on voulait en opérer la distillation : il se dégage d'abord un peu de gaz nitreux, ensuite de

véritable gaz azote produit, comme l'on voit, par la décomposition entière de l'oxide ou gaz nitreux ; ce dernier gaz ne se sépare que très-peu abondant et très-lentement, parce que le platine n'absorbe que peu d'oxigène, et n'en exige pas vraisemblablement plus de 5 à 7 sur 100 pour se dissoudre dans l'acide muriatique. Le dissolvant prend une couleur jaune qui passe à l'orangé, puis au rouge foncé et au brun obscur.

43. Cette dissolution muriatique de platine, l'une des dissolutions métalliques les plus colorées que l'on connaisse, est d'une grande âcreté ou d'une véritable causticité. Elle corrode et brûle les matières animales ; la coloration qu'elle produit sur la peau devient d'un brun noirâtre, et ne passe jamais par la belle nuance pourpre, qui caractérise la dissolution d'or par le même acide. On a remarqué que le platine bien pur est séparé de tout le fer qu'il contient dans son état habituel, qu'il ne prend jamais qu'un jaune orangé foncé ; et l'on attribue, d'après cela, le brun foncé de la dissolution ordinaire au fer qu'elle contient. Il est vrai que la plupart de celles dont les chimistes ont parlé ont été faites avec le platine brut et très-ferrugineux : au reste, en étendant d'eau la dissolution brune foncée, elle passe d'abord à la couleur orangée, ensuite à une couleur jaune vive qui se rapproche de celle de la dissolution d'or. Souvent, quand cette dissolution est très-épaisse, elle laisse déposer par le refroidissement de petits cristaux informes, presque pulvérulens, d'une couleur fauve : ces cristaux sont du véritable muriate de platine. Macquer dit qu'en faisant évaporer doucement, et en laissant ensuite refroidir cette dissolution de platine, on en obtient des cristaux beaucoup plus gros et bien mieux prononcés que ceux qu'elle donne spontanément après sa saturation. Lewis ayant laissé évaporer spontanément à l'air la même dissolution, en a retiré des cristaux rouges foncés, assez grands, irréguliers, et imitant l'acide benzoïque sublimé, seulement un peu plus épais. Bergman avance qu'elle fournit par l'évaporation des cristaux d'un rouge brun, souvent opaques, quelquefois transparens, très-petits,

rréguliers, en grains anguleux, dont il lui a été impossible le déterminer la vraie figure. Lavés et séchés, ces cristaux sont noins dissolubles par l'ébullition que le sulfate de chaux même; eur dissolution est jaune; elle dépose de petits flocons pâles que Bergman croit être de l'oxide de fer. Ainsi on trouve beaucoup de liscordance entre les auteurs sur le muriate de platine; ce qui prouve qu'ils ont opéré sur ce métal impur, et qu'ils ne l'ont pas traité tous de la même manière, et par les mêmes procédés le dissolution.

44. Le muriate de platine est d'une saveur âpre et astringente. Sans être caustique comme celui de l'or, il est décomposable par le feu, laisse exhaler son acide, et donne un oxide gris. L'acide sulfurique concentré y produit un précipité. La potasse fait naître d'abord dans la dissolution de petits cristaux rouges, souvent octaèdres, qui sont un sel triple; un excès le cet alcali y forme un précipité d'oxide jaune : le sulfate le potasse produit le même sel triple. Quoique Margraff ait assuré que la soude ne précipitait pas le muriate de platine, Bergman a obtenu cette précipitation en employant une plus grande proportion de cet alcali. L'oxide ainsi déposé est jaune et comme spongieux; il ne se forme point ici de sel triple cristallisé comme par la potasse. L'ammoniaque produit aussi les cristaux d'un sel triple rouge ou jaune, octaëdre, de muriate de platine ammoniaqué. La potasse décompose ces cristaux et en sépare un oxide coloré; la soude n'en sépare pas le même oxide et prend seulement la place de l'ammoniaque, en formant lu muriate triple de potasse et de platine. Les sels ammoniacaux, et sur-tout le muriate d'ammoniaque, précipitent de la même manière le muriate de platine en sel triple jaune, grenu, peu dissoluble. On obtient le même sel en versant une lissolution de muriate d'ammoniaque dans les sels de platine formés par l'oxide de ce métal, obtenu à l'aide de la soude et dissous dans les acides sulfurique ou nitrique. Ainsi c'est une propriété générale aux sels de platine, suivant les expé-

riences de Bergman, de former, avec la potasse et l'ammoniaque, ou avec les sels de ces bases, des sels triples peu dissolubles, cristallisables, que l'action du feu et la digestion lente avec la soude décomposent. La chaux agit sur la dissolution muriatique de platine absolument comme la soude; elle en précipite un oxide, et ne fait pas de sel triple: à cette occasion, Bergman rapproche, par une ingénieuse comparaison, la soude et la chaux, la potasse et l'ammoniaque; en rappelant que ces deux dernières, comme leurs sels neutres, font cristalliser l'alun, tandis que la soude et la chaux, ainsi que leurs sels, ne produisent pas le même effet. C'est encore dans le même endroit de sa dissolution sur le platine qu'il fait remarquer que les mines d'alun contiennent naturellement la potasse, ou qu'il s'en forme pendant la calcination, ce qui n'exige point alors qu'on en ajoute dans la fabrication de ce sel. Ainsi, par cette vue générale, à laquelle l'examen de la dissolution de platine l'a conduit, il a comme devancé par l'œil du génie la découverte de M. Klaproth et du citoyen Vauquelin sur la présence de la potasse dans les pierres.

45. Les précipités ou sels triples obtenus par la potasse, l'ammoniaque et leurs sels versés dans la dissolution muriatique de platine, ont l'importante propriété de se réduire sans addition à un grand feu excité par le soufflet, en globules métalliques, comme l'a découvert le premier Delisle, sur le précipité fait par le muriate d'ammoniaque, et comme Sickingen l'a confirmé depuis en faisant cette expérience beaucoup plus en grand. Bergman qui a généralisé cette propriété en la retrouvant dans les précipités faits par l'ammoniaque pure, par la potasse et les sels de potasse, observe qu'ils se fondent bien au chalumeau à l'aide du phosphate triple d'urine qui en retient la poussière; il a obtenu ainsi un grain brillant très-petit, dont il a fait, en le frappant sur l'enclume, une lame d'environ une ligne de diamètre. Sept ou huit petites lames pareilles ont été bien réunies par le même procédé, mais en

un seul globule que Bergman compare à la grosseur de la tête d'une épingle ordinaire ; elles conservaient leur ductilité ; il n'a pas pu parvenir à donner une fusion assez parfaite à de plus gros volumes pour qu'ils n'éclatassent pas sous le marteau. Le muriate de platine cristallisé et les précipités non salins de ce métal ne lui ont pas présenté le même caractère de réductibilité, d'où il a conclu que l'ammoniaque et la potasse influaient d'une manière particulière sur la fusibilité de ces oxides. On voit aujourd'hui l'accord remarquable qui existe entre ce fait observé et décrit par Bergman en 1777, et l'art de fondre ou de travailler en grand le platine, donné par le citoyen Jeannety en 1790. Le procédé de Sickingen consiste à purifier d'abord le platine par l'amalgamation, à le dissoudre dans l'acide nitro-muriatique, à en séparer le fer par le prussiate de potasse qui précipite ce métal en retenant le platine en dissolution, à précipiter celui-ci par le muriate d'ammoniaque, à exposer ensuite ce précipité à un grand feu, et à joindre l'art de forger à celui de le fondre ; procédé par lequel il est parvenu à tirer du platine brut $\frac{5}{3}$ d'un platine pur, forgeable à chaud, assez ductile pour être laminé et tiré à la filière. Ce procédé, quelque exact et précieux qu'il soit pour les chimistes, à cause de la pureté du métal qu'il donne, est manifestement trop dispendieux pour qu'il puisse être adopté en grand ; et cependant on verra plus bas qu'il est encore préférable pour la fabrication de quelques vaisseaux de chimie, à celui qui est pratiqué avec la potasse et l'acide arsenieux, puisque celui-ci ne remplit pas constamment toutes les conditions qui sont nécessaires pour la fabrication de ces vaisseaux.

46. Bergman, après avoir décrit avec beaucoup de soin le procédé par lequel il avait obtenu de très-petits globules de platine par la fusion du précipité ammoniacal avec le phosphate triple, observe que ce métal, privé par cette opération de tout le fer qu'il contient, lui a présenté des propriétés

très-différentes de celles du platine brut. En effet ces globules avaient une couleur d'argent très-brillante. L'aimant le plus fort ne les attirait pas, et ils n'avaient aucune propriété magnétique. Aucun acide, si ce n'est l'acide muriatique oxigéné, ne les attaquait. L'acide nitro-muriatique, composé à parties égales, les a dissous, en prenant d'abord une couleur jaune qui passait au rouge ; cette dissolution a donné par évaporation des cristaux grenus sans forme déterminable ; elle a présenté les phénomènes de précipitation et de sels triples indiqués ci-dessus. Le prussiate de potasse ne la précipitait pas, il n'a fait que foncer sa couleur, parce qu'il a formé un sel triple. Ce dernier fait prouve que le platine ne contenait pas de fer, puisqu'en ajoutant du sulfate de fer à cette dissolution, dans la proportion de $\frac{1}{1000}$ de la quantité de platine qu'elle contenait, il se formait un précipité bleu, quoique le fer n'y fût alors qu'à la dose de $\frac{23}{100000}$.

47. L'oxide de platine, précipité de sa dissolution par la chaux et la soude, se réduit en platine à un grand feu, à l'aide de quelques fondans, et sur-tout du borax, du tartre, d'un verre fusible. Macquer est parvenu à le fondre ainsi en trente-cinq minutes, à un feu de forge, agité par deux forts soufflets, en un culot qui n'était point ductile, et qui était creux dans l'intérieur : son tissu était grenu et d'une cassure grossière ; sa dureté était semblable à celle du fer forgé ; il rayait l'or, le cuivre et même le fer. Un précipité formé par la potasse, et qui était un sel triple, exposé au foyer du verre ardent, a répandu une fumée épaisse d'acide muriatique, et s'est fondu en un bouton lisse, brillant, vitrifié et cassant. Le véritable précipité par les alcalis est dissoluble dans les acides simples, mais bien plus aisément dans le nitro-muriatique.

48. Suivant les premiers essais de Margraff et de Lewis, la dissolution nitro-muriatique de platine est précipitée par les métaux, et sur-tout par l'étain, en un oxide rougeâtre. Le même effet a lieu avec les dissolutions de la plupart de ces métaux. Il résulte de leurs expériences comparées que les dissolutions de

bismuth et de plomb par l'acide nitrique, de fer et de cuivre par différens acides, et d'or par l'acide nitro-muriatique, ne produisent aucun précipité dans la dissolution de platine ; et que celles d'arseniate de potasse, de nitrate de zinc et d'argent le précipitent, la première en une substance cristallisée d'une belle couleur d'or ; la seconde, en une matière rouge orangée, et la troisième en une poudre jaune : il est évident que ces précipitations, comme celle de la dissolution d'or par le muriate d'étain, sont dues à ce que les oxides dissous s'emparent de l'oxigène du platine, se précipitent trop oxidés, tandis que celui de platine, privé d'oxigène, abandonne l'acide muriatique.

I. *Action sur les bases et les sels.*

49. Il n'y a aucune action entre les terres, les alcalis et le platine. Ses oxides ne se combinent que très-difficilement avec les premiers par la vitrification. On a cependant essayé de les employer dans les manufactures de porcelaine, et on est parvenu à en obtenir des espèces de gris olivâtres ou de bistres, mais sales et livides. Lewis et Le citoyen Baumé n'ont obtenu dans leurs essais de ce genre que des grenailles réduites, et des ramifications ou espèces de dentelles métalliques.

50. Le platine n'éprouve aucune altération de la part du plus grand nombre des sels ; les sulfates fondus avec le platine en grains s'en séparent à la surface, et se colorent en rougeâtre à l'aide du fer qu'ils dissolvent. Mais le nitrate de potasse et le muriate suroxigéné de la même base l'altèrent et l'oxident manifestement à l'aide de la fusion. Lewis a le premier observé et décrit ce genre d'altération. En chauffant pendant trois jours et trois nuits de suite un mélange d'une partie de platine et de deux de nitre, projeté d'abord dans un creuset rouge, et qui n'avait pas présenté de détonation, le métal a acquis une couleur rouge. L'eau bouillante a dissous de ce résidu l'alcali qui a entraîné avec lui une poudre brunâtre ;

et le platine, séparé par ce lavage, s'est trouvé diminué de plus d'un tiers de son poids. La poudre, entraînée avec l'eau, et reçue sur un filtre, paraissait être un mélange d'oxide de fer et d'oxide de platine. Lewis est parvenu à lui donner une couleur grise blanchâtre, en le distillant plusieurs fois de suite avec le muriate d'ammoniaque, qui en a séparé l'oxide de fer. Margraff, en répétant l'expérience de Lewis, et en observant les mêmes phénomènes, y a ajouté deux circonstances remarquables; savoir, que l'oxide de platine uni en partie à l'alcali du nitre, et délayé dans une certaine quantité d'eau, a fourni une gelée, et que cet oxide, séparé par l'addition d'une grande quantité d'eau, a pris, par l'action de la chaleur, une couleur noire comme de la poix. Ces faits indiquent une altération du platine par le nitre, extrêmement différente de la parfaite inaction de ce sel sur l'or, et même sur l'argent. Il serait bien important de reprendre et de pousser cette expérience beaucoup plus loin encore, pour savoir si toute une quantité donnée de platine pur est susceptible de s'oxider complétement, et dans quel état est cet oxide, sur-tout par rapport à la proportion de l'oxigène: il faut remarquer que cette expérience n'a été encore constatée que sur le platine brut et en grains.

51. Le muriate suroxigéné de potasse n'agit que très-faiblement sur le platine; cependant le citoyen Guyton est parvenu à obtenir une légère oxidation de ce métal par le procédé suivant. Ayant fait rougir dans un creuset placé sous une mouffle deux petites lames minces de platine, pesant ensemble deux grammes forts, et y ayant projeté à diverses reprises huit grammes de muriate suroxigéné de potasse, il n'y a point eu de détonation ni de fusion: le sel s'est sublimé en entier; les lames se sont trouvées d'un poli un peu plus mat; elles avaient augmenté de poids de quelques milligrammes; celle qui était plus mince et présentait plus de surface avait plus acquis que l'autre: en les faisant bouillir dans

un acide faible, le vinaigre distillé, elles ont perdu, l'une, une partie seulement de ce qu'elle avait acquis, et l'autre un peu au-delà; du prussiate de chaux versé dans cet acide l'a troublé sur-le-champ, et y a formé un précipité blanc verdâtre; on a eu de la peine à l'obtenir clair par trois filtrations successives, et la liqueur a pris une nuance verte claire, et a laissé un résidu de la même couleur. Le citoyen Guyton conclut de cette expérience que le platine chauffé au rouge est oxidé à sa surface par le muriate suroxigéné de potasse, quoique ce sel ne forme qu'un bain momentané fluide sur ce métal, et s'évapore promptement.

K. *Usages.*

52. Il est facile de prévoir que le métal le plus indestructible, le plus dense, le plus infusible qui soit connu, est une des matières qui rendront quelque jour le plus de services à la société. Le gouvernement espagnol qui jouit du privilège exclusif de la présence du platine dans ses possessions, ne peut pas tarder de rendre ce beau métal au commerce, aux arts, et sur-tout aux sciences qui le réclament, aujourd'hui que des expériences de chimie très-exactes apprennent que de l'or altéré par le platine serait bientôt reconnu et même essayé avec précision par l'addition du muriate d'ammoniaque à sa dissolution qui serait troublée, et que du platine même allié d'or, supposé que le mérite reconnu du premier lui conciliât une plus grande estime, en mêlant à sa dissolution du sulfate de fer qui précipiterait l'or sans toucher au platine. Le poids de chacun de ces précipités indiquerait la quantité respective de chacun.

53. On a déja fait quelques bijous, quelques ustensiles de table avec le platine; mais s'ils ont l'avantage d'être inaltérables et infusibles, ils ont le défaut réel de n'être pas d'une belle couleur, et d'être en même temps très-lourds. Le platine ne

pourrait donc être employé que pour de petits et minces instrumens susceptibles d'être exposés à beaucoup de corps mordans et à l'air sans s'altérer ; mais cet usage est très-borné.

54. C'est sans contredit à la fabrication des vaisseaux de chimie que son usage serait le plus immédiatement utile : des creusets, des évaporatoires, de petites cornues, de petits alambics de platine pur, seraient d'un très-grand avantage pour les travaux chimiques ; mais il faudra, pour en retirer tout le profit qu'ils font espérer qu'ils soient fabriqués avec du platine fondu, et purifié avec le phosphore, ou extrait de sa dissolution muriatique, précipitée par le muriate d'ammoniaque. Je dois en effet observer que le platine fondu, purifié en grand avec l'arsenic, et forgé, n'a point le degré de pureté nécessaire aux opérations de chimie, et que tous les creusets que j'en ai vus fabriqués se sont constamment troués et percés par les fusions avec des fondans salins qu'on y a faites.

55. Le plus grand, le plus important et le plus solemnel usage qu'on ait encore fait du platine, a été, depuis quelques années, la suite des travaux entrepris pour la fixation des nouveaux poids et mesures de la République française. Les commissaires de l'académie des sciences l'ont employé en règles, destinées à la mesure des bases de triangles, à cause de son peu de dilatation et de changement par le calorique, de la régularité même de cette dilatation. On en a construit la tige et la lentille du pendule, destiné à mesurer les oscillations à une hauteur et à une latitude données. Il doit servir à former les étalons des poids et des mesures qui seront le type perpétuel et immuable de tous les instrumens de mensuration. On fabriquera les petits poids avec des fils ou des feuilles de ce métal inaltérable. Il sera très-commode et très-utile pour la construction des thermomètres métalliques.

56. On en a fabriqué, en l'alliant au cuivre et à l'arsenic, dans diverses proportions, des miroirs de télescope qui n'éprouveront jamais aucune altération dans leur poli, et qui, au

bruni vif et parfaitement égal de leur surface, joindront une entière inaltérabilité par tous les agens possibles.

57. Le platine promet encore les plus grands et les plus importans avantages dans la mécanique, et spécialement dans l'art délicat de l'horlogerie. La construction d'un grand nombre de machines gagnera à l'acquisition de ce métal, qu'on pourra substituer, dans une foule de cas, au cuivre, au fer et même à l'argent.

Il est sur-tout un art d'une grande importance, déja créé en France, et qui n'attend, pour éclore, qu'une abondance de ce métal, encore objet de fraude et de contrebande dans le commerce. C'est celui de ses feuilles ou de ses lames appliquées au fer et au cuivre, d'une espèce de plaqué bien supérieur au plaqué de l'argent par sa durabilité et son inaltérabilité. Il est impossible de limiter les immenses usages auxquels un pareil plaqué pourra être approprié. Les vases de cuisine, ceux de pharmacie, ceux même de quelques ateliers en tireront les plus grands et les plus fréquens avantages.

58. Enfin sa pesanteur, la difficulté de l'allier sans l'altérer, sa ductilité, jointes à une ténacité assez forte, et qu'on pourrait augmenter encore par des alliages, pourront aussi quelque jour faire employer le platine à la fabrication des monnaies ou des médailles.

Fin du sixième volume.

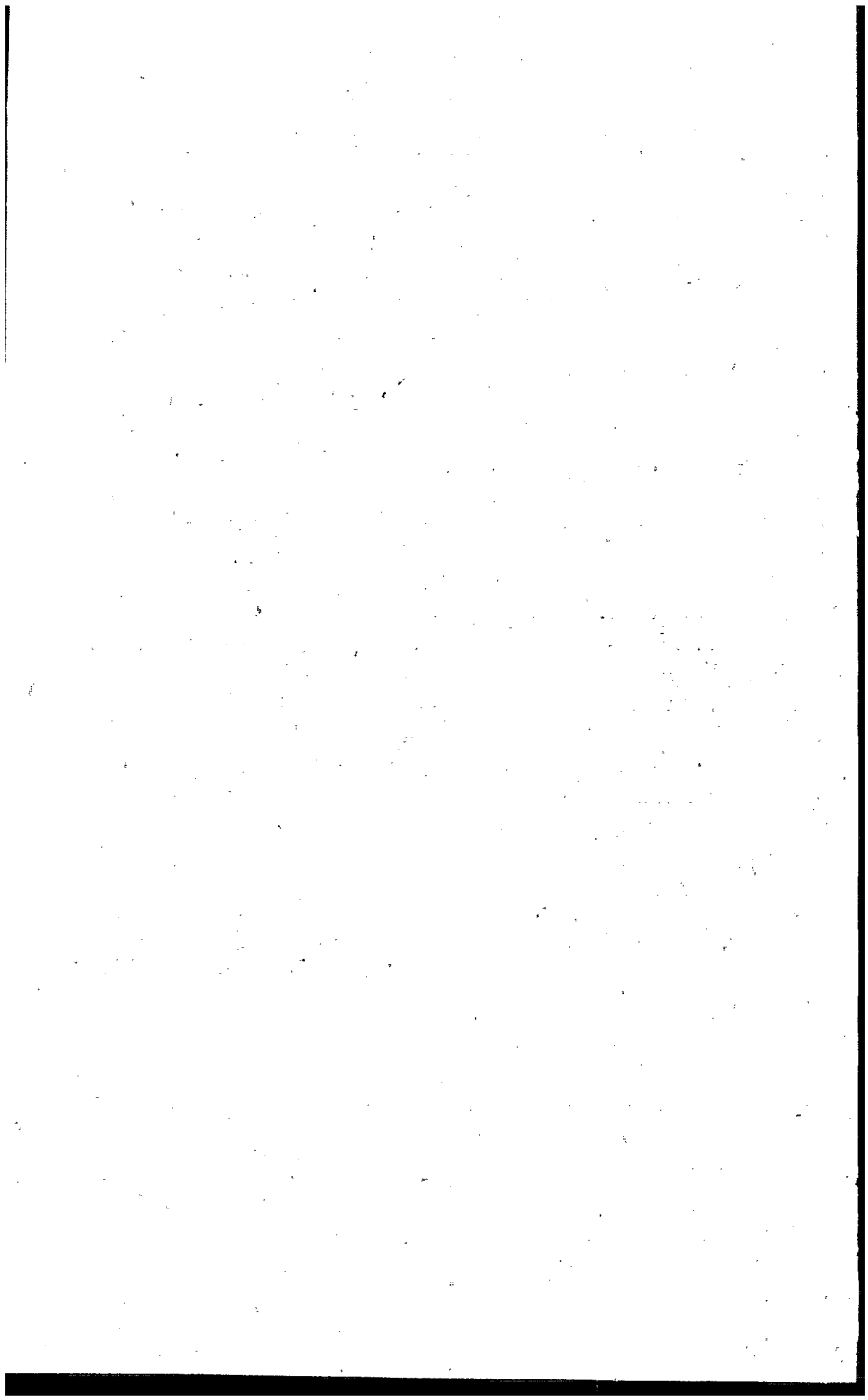


TABLE DES MATIERES

DU SIXIÈME VOLUME.

SUITE DE LA SIXIÈME SECTION.

Des métaux.

Fin de la table du sixième volume.

ERRATA.

Pages 4 et 50, lignes 7 et 29. rougeante, *lisez* rougeaute.
20 ——— 15. où il l'a mis, *lisez* qu'il a indiquée.
32 ——— 20. staunate, *lisez* stannite.
58 ——— 19. l'arsenic, *lisez* l'arsenite, = *et* arsenite, *lisez* arsenié.
65 ——— 15. professeurs, *lisez* possesseurs.
78 ——— 29. il était, etc. *lisez* il était fragile, et d'une couleur obscure et terne.
117 ——— 24. élevé, *lisez* écarté.
129 ——— 3. altérable, *lisez* attirable.
132 ——— 23. l'état métallique, *lisez* l'éclat métallique.
136 ——— 4. l'alumine, *lisez* l'ancienne.
139 ——— 20. bleu, *lisez* brun.
141 ——— 27. pyrocite, *lisez* pyrocète.
146 ——— 9. *après* manganèse, *ajoutez* qu'il cherchait.
162 ——— 20. *après* on remplit, *ajoutez* de gaz oxigène.
190 ——— 3. combinaison, *lisez* combustion.
219 ——— 13. fer, *lisez* feu.
256 ——— 24. *après* plus lourd, *ajoutez* que ses composans.
294 ——— 24. chimistes, *lisez* alchimistes.
335 ——— 14. sur l'oxide de fer, lui enlève, *lisez* la soude, en dégage l'acide muriatique, qui enlève à l'oxide de fer.
351 ——— 34. Haller, *lisez* Halley.
359 ——— 31. *ajoutez :* E. *Oxidabilité par l'air.*
404 ——— 1. Chabaneau, *lisez* Chabanon, par-tout où il y a Chabaneau.
417 ——— 21. très-fondée, *lisez* très-fondante.
ibid ——— 23. peu, *lisez* pur.
429 ——— 24. La potasse, *lisez* La soude.
ibid ——— 25. la soude, *lisez* la potasse.
430 ——— 12. dissolution, *lisez* dissertation.

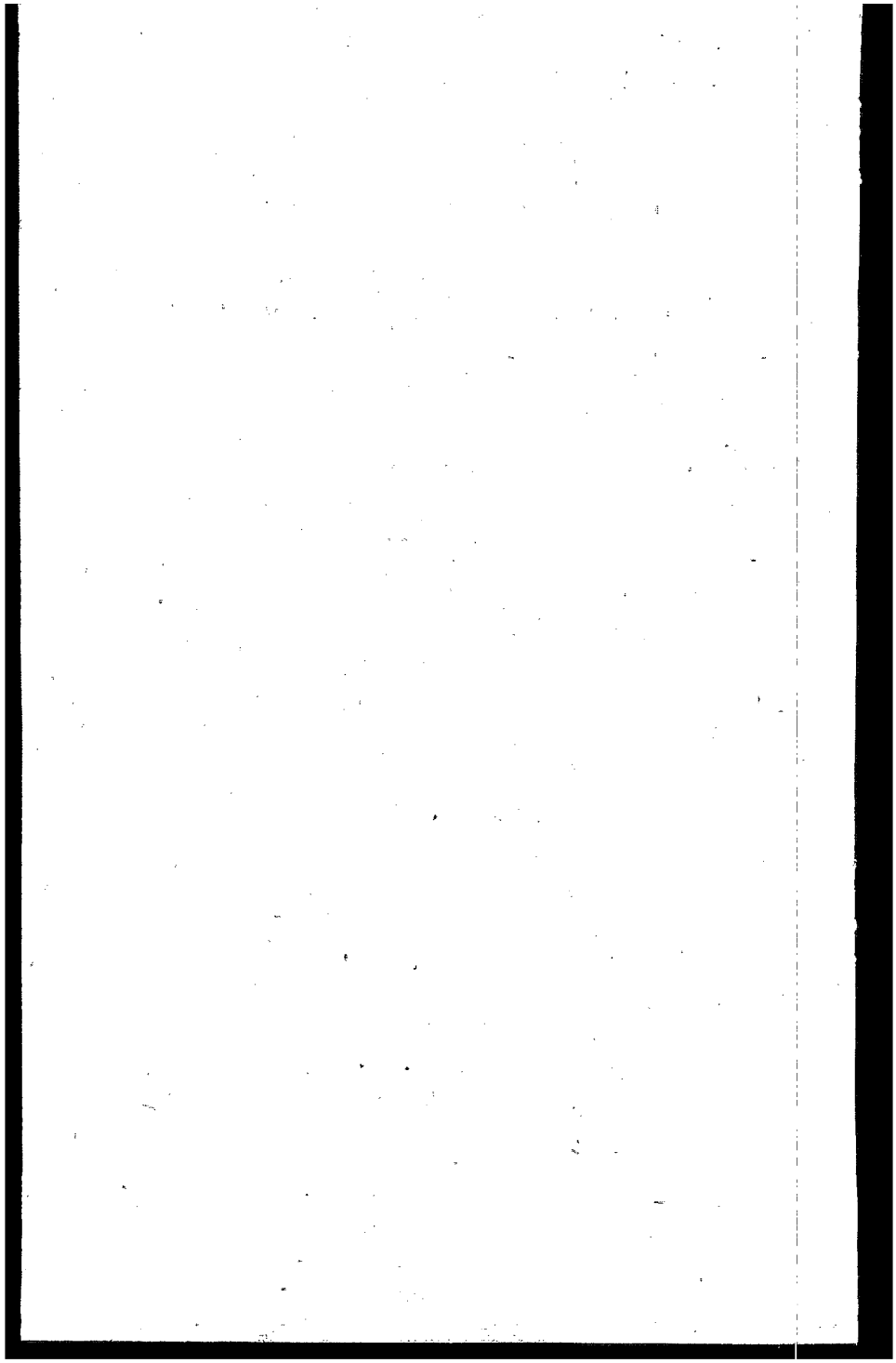
SYSTÈME

DES

CONNAISSANCES CHIMIQUES.

SEPTIÈME SECTION.

DES COMPOSÉS VÉGÉTAUX.



SYSTÊME

DES

CONNAISSANCES CHIMIQUES.

SYSTÈME

DES

CONNAISSANCES CHIMIQUES,

ET DE LEURS APPLICATIONS

AUX PHÉNOMÈNES

DE LA NATURE ET DE L'ART;

PAR A. F. FOURCROY,

De l'Institut national de France; Conseiller d'État; Professeur de chimie au Muséum d'histoire naturelle, à l'École polytechnique et à l'École de médecine; des Sociétés philomathique et philotechnique, d'Agriculture, d'Histoire naturelle; de la Société médicale d'émulation, de celle des Amis des arts, de celle des Pharmaciens de Paris; du Lycée républicain, du Lycée des arts; membre de plusieurs Académies et Sociétés savantes étrangères.

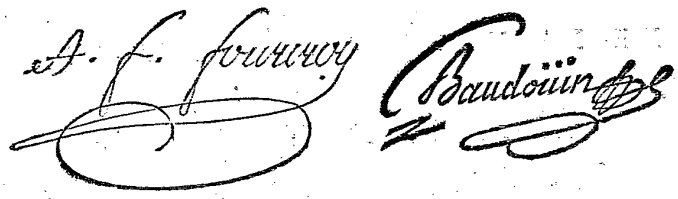
TOME VII.

PARIS,

BAUDOUIN, Imprimeur de l'Institut national des Sciences et des Arts, rue de Grenelle-Saint-Germain, n°. 1131.

BRUMAIRE AN IX.

Cet ouvrage est mis sous la sauve-garde de la loi.
Tous les exemplaires sont signés par l'Auteur et l'Imprimeur.



SEPTIÈME SECTION.

Des composés organiques végétaux.

INTRODUCTION A CETTE SECTION.

1. J'AI parlé jusqu'ici de substances qui appartiennent toutes ensemble, par leur simplicité ou par leur composition peu complexe, aux corps que les naturalistes placent dans ce qu'ils ont nommé le *règne minéral*, et qui, composant la masse solide du globe, méritent plus exactement le nom de *fossiles*. Les matières dont je vais faire l'histoire, et qui constituent la section que je commence à traiter, sont d'une nature bien différente : beaucoup plus composées que les précédentes, les substances végétales, non seulement forment un ordre de corps très-distinct, mais elles exigent une toute autre méthode de les examiner et de les traiter. La marche de la science doit ici différer comme celle de la nature ; et au lieu de diviser cette section, comme les précédentes, en articles successivement placés les uns après les autres, et placés comme une suite nécessaire et continue des vérités liées immédiatement ensemble, ici les faits et les phénomènes sont trop compliqués, trop peu rapprochés encore, et trop peu dépendans les uns des autres, pour qu'il me soit possible de les offrir comme ceux des sections précédentes dans une série continue et non interrompue d'articles.

2. Je suis donc obligé de partager tout ce que je dois dire sur les compositions végétales en six ordres de faits qui comprennent toutes les connaissances déja acquises, et les aperçus même de celles qu'on doit acquérir encore sur la

nature, la formation, la différence et les altérations de ces composés ; car il faut remarquer ici qu'une grande différence partage et sépare les matières végétales des matières minérales sous le rapport des faits chimiques qui les concernent. Les composés organiques en général, et ceux qui appartiennent aux végétaux en particulier, sont beaucoup moins connus encore que les matières minérales ; et quoique, comme on le verra bientôt, la chimie moderne ait singulièrement avancé l'analyse végétale, elle a bien plus conquis d'espérances encore et produit d'écrits, qu'elle n'a recueilli de son fait de résultats généraux. Le grand point dans l'étude de cette belle partie de la science est, en se mettant au courant des notions bien positives et bien assurées qu'on possède déja, de bien entendre en même temps ce qu'elle desire encore, de bien saisir les moyens d'acquérir ce qui lui manque, de bien apprécier la justesse des vues spéculatives auxquelles elle s'est élevée, et de se mettre en état d'avancer, par les instrumens précieux qu'on commence à savoir employer, cette branche si intéressante de la philosophie naturelle.

3. Les six ordres de faits dans lesquels je partage et je comprends tout ce qui appartient en ce moment à la chimie végétale, se rapportent aux six chefs suivans :

Le premier est relatif à la structure des végétaux et à la différence de cette structure d'avec le grain ou les masses des matières minérales. Il serait impossible de concevoir leurs propriétés chimiques si l'on n'avait pas une notion exacte quoique précise de leur organisation, source première des différences qui les distinguent des matières inorganiques.

Dans le second ordre de faits, je renferme ce qui tient à la nature ou à la composition végétale en général : c'est une suite nécessaire de leur organisme, qui admet un genre de combinaison très-différente de celle des minéraux ; et il est essentiel de savoir d'abord en quoi consiste cette différence.

Au troisième ordre appartient le genre d'action que les prin-

cipales substances déja examinées exercent sur les végétaux, c'est-à-dire, les caractères chimiques qu'ils présentent, et à l'aide desquels on reconnaît leur nature et on détermine leur composition.

Le quatrième ordre de faits renferme l'examen de toutes les matières qu'on extrait des végétaux, qui les constituent véritablement, qu'on nomme à cause de cela *principes des végétaux*, ou *matériaux immédiats*. C'est le plus long, celui qui exige le plus de détails, parce que c'est celui qui est le plus riche en faits, sur lequel on a le plus travaillé, et qui a jusqu'ici formé uniquement l'analyse végétale.

Je range dans le cinquième l'exposé et l'étude des diverses altérations naturelles dont les végétaux sont susceptibles, et qui, dépendant de leur composition, sont en même temps très-propres à la faire connaître.

Enfin, je rapporte au sixième ordre de faits ce que j'appelle les phénomènes chimiques de la vie végétale, ou l'application de tous les faits préliminairement exposés dans les ordres précédens à la physique végétale. Ce dernier, le complément de tous, l'objet vers lequel ils tendent manifestement, est un des plus beaux résultats de la chimie moderne.

PREMIER ORDRE DE FAITS

SUR LES COMPOSÉS VÉGÉTAUX.

De la structure des végétaux et des différences physiques qui les distinguent des corps inorganiques.

ARTICLE PREMIER.

De la structure externe ou apparente des végétaux.

1. Le premier regard que l'homme, placé sur la terre, a jeté autour de lui sur les productions de la nature, lui a fait voir que les végétaux différaient singulièrement des corps qui forment la masse du globe, par leur port, leur stature, leur aspect et toutes les propriétés qui les ont promptement caractérisés à ses yeux. Lorsqu'il a voulu se rendre compte des raisons de cette différence qui l'avait frappé, il a dû remarquer, sur-tout la variété et la dissemblance de leurs parties, la diversité de forme dans les différens points de leur surface, tandis que la pierre, le caillou, le minéral, et le fossile quel qu'il fût, ne lui présentaient absolument qu'un tout uniforme, qu'une masse homogène dans toute sa continuité.

2. Lorsqu'on veut définir un végétal, on est obligé de le considérer comme composé de différentes parties dissemblables qu'on désigne par les noms de *racine*, de *tige*, de *feuilles*,

de *fleurs*, de *fruits* et de *semences*. Le végétal qui présente toutes ces parties développées successivement et à différentes époques de sa vie, se nomme *végétal parfait*. Celui qui manque de quelques-unes est appelé *imparfait*. Il y a quelques plantes qui semblent n'être que racines, comme les truffes, et d'autres qui en manquent, comme les lichens, etc. Il en est qui n'ont point de feuilles et qui semblent n'être formés que de tiges et de branches, tandis qu'il en est d'autres qui n'ont que des feuilles sans tiges : ceux-là offrent des fleurs très-distinctes et très-reconnaissables ; ceux-ci ne présentent point d'organes que l'on puisse regarder comme des fleurs, quoiqu'il n'y ait pas cependant de végétaux qui en soient véritablement dépourvus. Chez les uns, on observe facilement les fruits et les semences ; dans les autres, on ne connaît pas de parties qui leur ressemblent. Mais le nombre des végétaux qui contiennent toutes ces parties est si considérable, et elles paraissent être si constantes, si liées à la nature des végétaux, qu'on est porté à croire que ceux même qui semblent en être tout à fait dépourvus présentent, lorsqu'on les examine attentivement, des parties qui pourraient être regardées comme de véritables fleurs ou fruits nécessaires à la réproduction et à la propagation de l'espèce.

3. La racine, le plus souvent cachée dans la terre, quelquefois plongeant dans l'eau, ou pénétrant le tissu de plusieurs autres végétaux, soutient toute la plante ; c'est elle qui prend et conduit dans le végétal une grande partie de sa nourriture par les fibrilles nommées *chevelu*, qu'on peut considérer comme des vaisseaux absorbans, comme des bouches destinées à pomper les sucs de la terre et les engrais. Les botanistes distinguent par la forme, le tissu, la situation, la racine tubéreuse, la racine bulbeuse, la racine fibreuse, la pivotante, la traçante, l'horizontale, l'oblique, l'arrondie, l'irrégulière, la conique, la cylindrique, la fusiforme, l'articulée, la palmée, la charnue, la ligneuse, etc., etc. Ces

différences même sont souvent employées par eux pour servir de caractères aux espèces.

4. La tige qui part immédiatement de la racine, dont elle paraît être la continuité, quoiqu'elle soit d'une structure très-différente, est le support général de toutes les parties : on la nomme *tronc*, quand elle est grosse et solide; *chaume*, quand elle est creuse; *hampe*, quand elle soutient une fleur : elle est ronde, carrée, triangulaire, lisse, visqueuse, cannelée, droite, inclinée, penchée, articulée, moelleuse, etc.; elle se divise en branches, celles-ci en rameaux. Le tronc d'un arbre est distingué en bois et en écorce; le bois, en corps ligneux et aubier; l'écorce, en épiderme et couches corticales. Les botanistes se servent des différences remarquables de cette partie pour décrire et caractériser les végétaux. C'est d'après elle qu'ils distinguent les arbres, les arbustes, les sous-arbustes, les arbrisseaux, les sous-arbrisseaux, les plantes ligneuses, les plantes herbacées, les graminées, les roseaux, les joncs, etc., etc. : elle donne beaucoup de caractères, d'espèces et de variétés. C'est aussi dans cette partie, support général ou soutien de toutes les autres, qu'on apperçoit le mieux la structure intérieure, le véritable tissu anatomique des végétaux, et qu'on reconnaît les principaux phénomènes de leur organisation et de leurs fonctions, comme je le ferai voir dans l'article suivant.

5. Les feuilles, espèces de tissus aplatis qui semblent être des branches laminées, composées des mêmes parties intérieures que la tige, ornement et parure verte des végétaux, organes destinés à entretenir par leur surface multipliée d'immenses communications avec l'air, constituent les parties qui diffèrent le plus entre elles, et qui fournissent en même temps, et le plus grand nombre des notions à acquérir, et la plus grande partie des caractères de description que les botanistes puissent employer pour distinguer les espèces. Les feuilles diffèrent :

a. Par leur grandeur ; il y en a d'une immense étendue, et de si petites qu'on a de la peine à les appercevoir.

b. Par leur forme ; elles sont ovales, rondes, linéaires, elliptiques, triangulaires, carrées, tétraèdres, hexaèdres, oblongues, semi-lunaires, pointues, tronquées, en flèches, en fer de lance, en coin, en violon, en cylindre, en prisme, etc.

c. Par leur contour ou leurs bords ; elles sont unies, dentées, dentelées, crénelées, en scie, anguleuses, ondulées, découpées, laciniées, plissées, ondées, crépues, frisées, bordées de couleurs diverses, etc.

d. Par leurs appendices ; elles sont nues, armées, hérissées, épineuses, poilues, velues, aiguillonnées, hameçonées, rugueuses, granuleuses, glanduleuses, tuberculeuses, etc.

e. Par leurs surfaces, ou la page inférieure et la page supérieure ; elles sont lisses, polies, vernissées, brillantes, mattes, unies, inégales, sinueuses, perforées, poreuses, trouées, plates, convexes, concaves, canaliculées, en godet, recourbées, etc.

f. Par leur couleur ; vertes-claires, foncées, rouges, tachées, veinées, nuées, d'une seule couleur, versicolores, peintes, diversifiées sur-tout dans leurs deux surfaces, etc.

g. Par leur simplicité ou leur composition ; elles sont simples ou ternées, quaternées, lobées, etc. Les composées ont des folioles arrangées vis-à-vis les unes des autres et alors opposées, ou sans se regarder et alors alternes, avec ou sans une impaire qui les termine : on les nomme palmées, pinnées, bipinnées, tripinnées, suivant l'ordre de leur composition.

h. Par la manière dont elles sont attachées aux branches ou à la tige ; elles sont sessiles, pétiolées, opposées, alternes, verticillées, amplexicaules, perfoliées, vaginales, etc.

i. Par le lieu qu'elles occupent dans la plante : on les dit radicales, caulinaires, florales, axillaires.

k. Par leur consistance ; elles sont molles, sèches, papyracées, sériciées, épaisses, charnues, grasses, coriaces.

l. Par leur saveur et leur odeur ; elles sont herbacées, fades, douces, sucrées, aigres, acides, amères, astringentes, âcres, caustiques, brûlantes, inodores, aromatiques, fragrantes, ambrosiaques, fétides, vireuses, alliacées, semblables à quelques odeurs connues, vulvaires, stercorales, urineuses, à odeur de viande cuite, etc.

Les supports qui les portent et les attachent, ou les pétioles, continuité de la tige ou des branches, contenant rapprochés les uns des autres les vaisseaux qui s'épanouissent entre leurs deux surfaces, varient aussi beaucoup dans leur longueur, leur grosseur, leur forme, leur couleur, leur nudité ou leur armure, etc.

6. Les fleurs, organe précieux, chef-d'œuvre de la création végétale, lit nuptial qui renferme et cache les mariages des plantes, sont composées des parties qui défendent les organes de la génération et de ces organes eux-mêmes. Quand elles contiennent et les voiles extérieurs et les deux sexes, on les nomme *complètes* et *hermaphrodites;* quand elles sont privées de quelques-unes, on les dit incomplètes, mâles, femelles, à fruits, etc. Les parties extérieures, espèces d'enveloppes qui protègent ou supportent les intérieures, sont le calice, le réceptacle, la corolle et le nectaire : les intérieures, organes génitaux, sont les étamines et le pistil.

A. Le calice, tégument le plus externe et le plus épais, continuité de l'écorce dont il a communément la couleur verte et le tissu, est nommé *périanthe* dans la plupart des fleurs qu'il entoure comme un vase ; *spathe*, dans les liliacées, où il abandonne les fleurs qui s'élèvent au-dessus, se dessèche, et tombe ou disparaît ; *bâle*, dans les graminées, où il a la forme d'une simple écaille ; *involucre*, dans les ombellifères, dont il lie et enveloppe les paquets de fleurs par ses divisions linéaires et filamenteuses ; *châton*, faux calice, support co-

nique ou cylindrique d'un grand nombre de fleurs monoïques ou dioïques ; *coiffe*, dans les mousses ; *bourse*, dans les champignons. Le calice est uniflore ou multiflore, partiel ou commun, dur, squarrieux ou mou, persistant ou tombant, se desséchant ou se renflant pour devenir le fruit, extrêmement varié dans sa forme, sa grandeur et toutes ses propriétés ; il est arrondi, globuleux, cylindrique, denté, divisé, monophylle, polyphylle, simple, double, triple, lisse, cannelé, épineux, poilu, glanduleux, ouvert, dilaté, fermé, resserré, etc. Rivin et plusieurs autres botanistes ont fait une méthode ou classification régulière des végétaux, fondée sur la structure des calices.

B. Le réceptacle, espèce de plateau terminant la tige dont il n'est presque toujours que la simple extrémité dilatée en bouton, formant quelquefois une masse distincte et bien renflée, charnue, supporte toutes les parties de la fleur, le calice qui en fait le cercle extérieur, le tour, et souvent l'enveloppe, la corolle dans un second cercle, les étamines dans un troisième, quand elles tiennent au réceptacle, le pistil dans le centre. Quelquefois le réceptacle supporte les semences à nu après la fleur ; quelquefois il lui sert d'enveloppe lui-même, et forme le fruit avec le calice qui lui reste, en tout ou en partie, solidement adhérent.

C. La corolle, membrane ordinairement colorée et brillante de la fleur, celle qui frappe le plus les yeux, attire le plus les regards, et constitue véritablement la fleur pour la plupart des hommes ; voile demi-transparent qui touche de plus près et supporte souvent les organes mâles de la génération, continuité du liber ou des couches corticales, est une des parties dont les botanistes se sont le plus occupés. Elle est ou d'une seule pièce, et alors on la nomme *monopétale*, ou de plusieurs pièces, et on l'appelle *polypétale*. L'une et l'autre de ces corolles est ou régulière ou irrégulière. La corolle monopétale régulière est nommée *campaniforme* quand elle

ressemble à une cloche ; *infundibuliforme*, à un entonnoir. La monopétale irrégulière est *labiée*, quand elle offre comme deux lèvres à son ouverture. La corolle polypétale régulière est en croix, *cruciforme ;* en rose, *rosacée ;* en œillet, *caryophillée ;* en lys, *liliacée ;* en papillon, *papilionacée* ou *légumineuse :* l'une et l'autre, sans forme déterminée, est nommée *anomale.* Quand la corolle monopétale, très-petite, forme un long tube étroit, réuni dans un même calice avec beaucoup d'autres, et terminé par cinq dents, on l'appelle *fleuron*, FLOSCULUS : si elle est taillée en languette à son extrémité, on l'appelle *demi-fleuron.* Les fleurs qui manquent de corolle se nomment *apétales.* Dans le pétale ou chaque pièce de la fleur polypétale, on distingue l'onglet ou la base resserrée par laquelle il s'insère, et la lame ou la partie dilatée.

Linné compare la corolle aux rideaux du lit qui cachent les époux. Lorsqu'elle est épanouie, la fécondation est ordinairement opérée. Tournefort a fondé son système de botanique sur la forme de la corolle.

D. Le nectaire est un appendice ou une partie de la corolle, qui contient un suc sucré et aromatique, nommé *nectar*, dont les insectes, et spécialement les abeilles, sont très-avides, et qu'elles façonnent en miel. Cet organe est souvent une petite fosse, un sillon, une rainure, une ou plusieurs glandes, une petite capsule arrondie ouverte, une fissure ; quelquefois il est formé de poils branchus, de pinceaux, d'espèces d'aigrettes, de cornets, de capuchons, d'espèces de vases, d'éperons, de cylindres, etc. ; il existe dans toutes les corolles. Le fond ou les replis de celles qui n'en présentent pas de bien distincts et de bien formés en tiennent lieu, et se trouvent remplis de suc sucré qui s'y filtre.

E. Les étamines, organes masculins de la génération des plantes, sont une des parties les plus essentielles de la fleur. Quand elles y sont seules, on nomme la fleur *mâle :* elles sont ordinairement formées du *filament* et de l'*anthère.* Le

premier est un support par lequel arrive la nourriture à l'anthère : celle-ci est une petite bourse pleine de poussière fécondante ou de *pollen* ; quelquefois l'anthère est sans filament. Les botanistes modernes ont beaucoup étudié la structure et les diversités de cette partie importante des végétaux. Ils y ont distingué sur-tout *a.* le nombre qui varie dans les différens genres de plantes, depuis une jusqu'à plusieurs vingtaines ; *b.* la hauteur réciproque qui est ou égale ou inégale ; dans ce dernier cas, quand il y en a deux grandes et deux courtes, on les nomme *didynamiques* ; s'il y en a quatre grandes et deux courtes, elles sont *tétradynamiques* ; *c.* la forme des filamens, la forme et le nombre des anthères ; *d.* leur séparation ou leur réunion : celle-ci se fait par les filets, et l'on dit qu'il y a alors *adelphie* en général ; *monadelphie*, quand ils sont réunis en un seul corps ; *diadelphie*, en deux ; et *polyadelphie*, en plus de deux corps. La réunion a quelquefois lieu par les anthères ; on les nomme alors *syngenèses* ; *e.* leur attache, ou au réceptacle, ou sur l'ovaire, ou au calice, ou à la corolle. Cette dernière insertion a toujours lieu lorsque la corolle est monopétale. On caractérise ces positions par trois expressions. On dit que l'étamine est *épigyne*, quand elle est attachée au-dessus du germe ou au germe lui-même ; *hypogyne*, quand elle est au-dessous ou adhérente au réceptacle ; *périgyne*, quand elle est autour ou insérée sur le calice. Quand la corolle monopétale est staminifère, son insertion, qui détermine alors celle des étamines, est également triple. Linneus a imaginé un système ingénieux d'après le nombre, la grandeur respective, la situation, etc. des étamines ; et Jussieu en a établi un autre plus profond et plus savant encore sur la manière dont les étamines sont insérées aux diverses parties de la fleur.

F. Le pistil, organe féminin de la génération, est placé au centre de la fleur : il est formé d'une partie inférieure ou *ovaire*, espèce de boîte ou de capsule qui contient les graines, ou

déterminé par la graine ou les graines même renfermées nues au fond de la fleur. Cette première partie est surmontée d'un canal cylindrique plus ou moins long, nommé *le style;* les jardiniers le nomment l'*aiguille* dans les arbres à fruits : il porte à son extrémité une espèce de tête, de bouton ou de corne, ou d'ouverture un peu dilatée, connue sous le nom de *stigmate.* Quelquefois le stigmate, sans style intermédiaire, est immédiatement porté sur le germe ou ovaire; on l'appelle dans ce cas *stigmate sessile.* Depuis qu'on a mieux étudié les étamines, on a fait la même attention au style, et on y a trouvé et indiqué une foule de différences. Le nombre, la forme, la position respective de chaque partie du pistil y a fait admettre une grande suite de distinctions; on a sur-tout remarqué la position au-dessus ou au-dessous du calice et de la fleur : c'est un caractère constant et bien remarquable des végétaux. Linné a également compris les variétés constantes des pistils dans les divers végétaux pour l'établissement de son système, et il en a fait le caractère du plus grand nombre de ses ordres, ou des divisions de ses classes.

7. La position respective des fleurs est encore un des faits qui influent le plus sur l'aspect et la structure extérieure des végétaux : elles sont, ou sessiles placées sur les branches, sur les rameaux immédiatement, ou pédunculées, c'est-à-dire, soutenues sur un péduncule ou support plus ou moins long, court, droit, courbé, roide, pliant, penché, mobile, agité, fort ou faible, capillaire, etc. Elles sont ou solitaires ou arrangées deux à deux, trois à trois, quatre à quatre, axillaires, terminales, caulinaires, verticillées, en étages, en épis, en ombelles, en grappes, en corymbe, en thyrse, en bouquet, en faisceau, en panicule, en tête, en globe, en pyramide.

8. Le fruit, succédant à la fleur, dernier terme du travail de la végétation, destiné à perpétuer l'espèce par la succession des individus, est formé ou d'une ou de plusieurs semences nues, contenues au fond du calice, ou des semences soli-

dement enfermées, jusqu'à leur maturation, dans des enveloppes que leur différente structure a fait distinguer en sept espèces. Quatre se sèchent en mûrissant ; on les nomme *capsule*, quand les semences sont contenues sans attache ; *silique*, quand elles sont attachées sur deux panneaux séparés par une cloison moyenne ; *gousse* ou *légume*, quand, entre deux panneaux sans cloison, elles s'insèrent d'un seul côté ; *cône*, lorsqu'elles sont placées sur un pivot conique et recouvertes d'écailles ligneuses qui les défendent. Trois autres espèces de fruits restent succulens ; savoir, les *brous* ou fruits à noyaux recouverts de chair ; les *pommes* ou fruits à pepins garnis d'un parenchyme épais et mou ; les *bayes* à pulpe molle et demi-liquide, où les semences sont nichées sans ordre et sans attache apparente, *semina nidulantia*. Tous les fruits s'ouvrent à une certaine époque, ou par le desséchement de leurs panneaux et leur séparation élastique qui lance et sème les graines, ou par la décomposition de la chair qui les constitue, et par le renflement et le déchirement des noyaux ligneux ou capsules cornées qui renferment les semences. On a fait aussi des méthodes ou des systêmes de botanique fondés sur la structure et la différence des fruits.

9. La semence, partie la plus admirable et la plus incompréhensible des végétaux, qui les contient tout formés sous un très-petit volume, est en général composée de trois substances, l'*embryon*, le ou les *cotylédons* et le *périsperme*. Ces trois corps intérieurs y sont enveloppés d'une pellicule mince et légère, recouverte elle-même d'un tégument solide et souvent corné ou cartilagineux. Ce dernier est encore garni presque toujours d'une poussière grasse, glutineuse, résineuse ou muqueuse, qui le défend de l'action des corps extérieurs. Cet appareil général, nommé aussi *graine*, varie prodigieusement par la grosseur et la forme. Il y a des semences très-grosses, tandis que d'autres échappent à la vue. Elles sont sphériques, sphéroïdales, arrondies, comprimées, ovoïdes, lenticulaires,

cylindriques, réniformes, subtriangulaires, subtétragones, comprimées, aplaties, lisses, polies, vernissées, âpres, rudes, rugueuses, sillonnées, cannelées, striées, sculptées, nues, dentées, épineuses, velues, ailées, aigrettées, plumeuses, pointues, aiguës, etc., etc.

A. L'*embryon*, nommé aussi *plantule*, CORCULUM, contient la plumule, la radicule et une partie intermédiaire entre les deux; il adhère au cotylédon par un ou deux ligamens qu'on compare au cordon ombilical dans les animaux. C'est le végétal semblable à celui qui lui a donné naissance, dont les parties repliées et plissées doivent se développer par la germination.

B. On nomme *cotylédon* une matière blanche, cassante, grenue, d'un tissu fin, qui se réduit facilement en poudre, à laquelle adhère l'embryon. Il y a des plantes où on n'en a pas pu reconnaître encore l'existence à cause de la finesse extrême de leur graine; on les nomme *acotylédones*. Il en est d'autres où cette partie est d'une seule pièce; on les appelle *monocotylédones*. Beaucoup en contiennent deux bien distincts, qui se séparent facilement l'un de l'autre; on désigne ces plantes par le nom de *dycotylédones*.

C. Le *périsperme* est un troisième corps compris dans le tissu intérieur des semences, presque toujours plus petit que les cotylédons, plus rapproché de la plantule, l'enveloppant souvent en entier, logé avec elle dans les cotylédons, qui se distingue de ceux-ci par la couleur, le tissu, la saveur presque toujours âcre, tandis que les cotylédons sont le plus souvent fades ou doux. Ce corps est huileux, ou charnu, ou farineux, etc. Il n'est bien reconnu et bien décrit que par les botanistes les plus modernes.

10. Il résulte de cet exposé rapide, mais bien suffisant pour pouvoir comprendre tout ce qui tient à l'analyse chimique des végétaux, que leur structure apparente et extérieure établit déja une différence bien notable entre ces êtres et les matières

dont il a été parlé jusqu'ici. Ce n'est pas seulement par la dissemblance des diverses parties dont se composent les plantes, tandis que tous les points d'un même fossile sont exactement semblables entre eux : c'est plus spécialement encore par la contexture intime ou par l'organisation spéciale de ces parties que ces belles productions de la nature s'éloignent encore bien davantage des minéraux. En vain a-t-on essayé de saisir autrefois de prétendues analogies de structure entre les fossiles les plus réguliers et la plante la plus simple ; en vain a-t-on invoqué les pierres figurées, les dendrites pierreuses, les herborisations, les pierres fibreuses, désigné des lins fossiles, des configurations de pierres et de métaux en feuilles de fougères, etc. La cristallisation même, espèce d'arrangement géométrique, régulier et constant des molécules minérales entre elles, dans laquelle quelques modernes ont cru voir une sorte de tissu presque organisé, est bien éloignée de pouvoir être confondue avec la plus simple des organisations végétales. Cette vérité va être mise dans tout son jour par l'exposé des plus simples notions de la structure interne ou de l'anatomie des plantes.

ARTICLE II.

De la structure interne ou de l'anatomie des végétaux.

1. Toutes les parties des végétaux décrites dans l'article précédent, qui se présentent au seul aspect de ces êtres organisés, qui n'ont besoin d'aucune préparation ou d'aucune destruction pour être observées ni connues, offrent, dans leur intérieur quand on les dissèque, une structure, un tissu, une organisation en un

mot, extrêmement différente des lames simples ou des molécules cristallines et homogènes qui constituent les fossiles. Il n'y a pas un seul homme qui ne prenne une idée de cette différence même dans l'exercice des arts les plus simples, et dans les opérations les plus ordinaires de la vie. En effet, quand on veut détruire le tissu d'une matière végétale quelconque, on est obligé de s'y prendre d'une toute autre manière que quand on veut briser ou broyer un fossile : ce dernier n'exige qu'un choc ou qu'une pression, et il se divise ou s'allonge en molécules ou en surfaces similaires ou parfaitement identiques. Le végétal, beaucoup moins dense dans sa contexture, peut bien être plié, comprimé momentanément, fracturé même par les efforts des mains, du choc, de la pression; mais la nécessité de le tailler, de le couper, de le réduire en fragmens, de le partager en morceaux, d'en extraire les liquides qu'on ne trouve pas d'ailleurs dans les fossiles, a fait imaginer les coins, les haches, les serpes, les couteaux, les faulx, les faucilles, les scies, les rabots, les ciseaux, les presses, et une foule d'autres instrumens dont l'emploi seul atteste aux plus simples ouvriers, que le tissu organique des plantes est extrêmement différent de celui des pierres, des sels, des métaux.

2. Quand le philosophe a voulu connaître l'organisation végétale, quand il a recherché dans le tissu de ces êtres, à l'aide d'instrumens délicats, de sections faites en différens sens, de l'écartement régulier de leurs fibres et de leurs couches, à l'aide de la macération dans l'eau, de l'action modérée du feu, de l'observation même des phénomènes et des accidens que les végétaux présentent pendant leur vie; quand il a recherché, dis-je, quel était le mode de cette organisation, il a bientot reconnu que leurs diverses parties étaient un assemblage régulier ou coordonné de fibres solides, de canaux ou de vaisseaux creux, de liquides qui les parcourent, de vésicules qui les recèlent, d'ouvertures qui les filtrent au

dehors ou dans des cavités des réservoirs intérieurs, et que tous ces organes enlacés les uns avec les autres, et communiquant entre eux, étaient le produit d'un développement intime, d'un accroissement par intus-susception, entièrement différent de la simple juxta-position extérieure qui a lieu dans les minéraux.

3. Les travaux et les dissections de Malpighi, de Grew et de Duhamel sur l'anatomie végétale ont fait connaître que les plantes sont formées de cinq ordres de vaisseaux différens dans leur organisation, contenus d'ailleurs en plus ou moins grande quantité, et disposés entr'eux, d'une manière particulière, soit pour leur arrangement respectif, soit pour leur nombre, dans chacune des parties distinctes qui ont été décrites dans l'article précédent. Ces cinq ordres de vaisseaux sont, 1°. les vaisseaux communs, 2°. les vaisseaux propres, 3°. les trachées, 4°. les utricules, 5°. le tissu vésiculaire. Il est essentiel, pour avoir une notion exacte et générale de la structure intérieure ou anatomique des végétaux, de bien connaître la différence et l'organisation de chacun de ces systèmes de vaisseaux dont l'assemblage forme le tissu.

4. On nomme vaisseaux communs ou vaisseaux séveux, ceux qui se trouvent constamment dans tous les végétaux, dans toutes leurs parties, et qui sont destinés à porter la sève. Ils sont en général rassemblés en grande partie dans la tige des plantes ou le tronc des arbres ; ils s'élèvent perpendiculairement de la racine au sommet du végétal ; ils se contournent latéralement dans toutes sortes de sens, de manière à laisser entre eux des mailles ou des réseaux plus ou moins resserrés ou dilatés. On ne sait pas encore si ce sont de véritables canaux, creux, continus dans toute leur longueur, interrompus par des espèces de poils ou de valvules, comme l'ont pensé quelques phytologistes ; si la sève est contenue dans leur intérieur ou si elle ne coule pas plutôt sur les cannelures ou les cavités extérieures qui semblent les sillonner.

On croit communément qu'ils versent ce liquide dans les utricules et les vaisseaux propres : outre la sève ils charient encore des fluides élastiques dans quelques circonstances. Ce sont les couches et les paquets de ces vaisseaux qui constituent le bois proprement dit, ou au moins qui l'accompagnent partout.

5. Les vaisseaux propres sont ainsi nommés, parce qu'ils sont remplis de sucs particuliers à chaque végétal ou à chaque partie du même végétal. Ce sont de véritables organes sécréteurs qui séparent et retiennent, comme de véritables réservoirs isolés, les différentes humeurs d'une nature particulière, et qui ne doivent point être mêlées au suc commun. Ils sont presque toujours situés sous l'écorce autour et au-dessous des premières couches corticales ; on les reconnaît en coupant une tige perpendiculairement à son axe, par les gouttes de liqueurs diversement colorées, bien distinctes de la sève, qui suintent de leurs extrémités ouvertes. Quelquefois ils sont dilatés en vésicules ou en espèces de cellules. Ils sont liés aux vaisseaux communs.

6. Les trachées ou vaisseaux aériens, sont nommés ainsi à cause de leur ressemblance avec les organes qui dans les insectes sont destinés à transmettre l'air dans toutes les parties de leur corps. Ce sont de très-petits filets, plus que capillaires ou sétacés, brillans et satinés à leur surface, contournés sur eux-mêmes en spires serrées ou en tire-bourres, placés surtout entre les vaisseaux communs, et parcourant souvent, même remplissant leurs intervalles. On les reconnaît dans un bois scié sur sa longueur, ou fendu longitudinalement, aux petites lames ou taches luisantes, comme micacées et argentines, qui brillent de toutes parts sur la surface du bois, surtout quand on l'expose au soleil. On les obtient isolés et on les observe avec leur structure spirale, très-prononcée dans les jeunes tiges de rosier, déchirées et non tout-à-fait remplies. Quoiqu'elles paraissent destinées à charier les fluides

élastiques, les trachées se trouvent souvent remplies de suc séveux.

7. Le tissu utriculaire, composé de petits sacs irréguliers, mous et compressibles, remplis de suc épais, se trouvent rassemblés dans la moelle des tiges ; ils reçoivent, à ce qu'il paraît, des vaisseaux séveux, et transportent de là dans les vaisseaux propres, les humeurs qui s'élaborent dans leurs loges, et ils sont spécialement destinés à la nutrition. Ce sont les grands aboutissans ou les centres des vaisseaux absorbans, comme le canal ou les canaux thorachiques dans les animaux. Souvent ils sont remplis de sucs colorés. Il y a beaucoup de végétaux où cette partie s'oblitère, et n'est remplacée ensuite que par le tissu vésiculaire. Le grand nombre des plantes à tige creuse ou poreuse présentent une structure admirable dans les faisceaux d'utricules, qui en occupent le centre. La matière nutritive est particulièrement contenue dans ce tissu, comme dans un réservoir.

8. Le tissu vésiculaire ou cellulaire n'est qu'une expansion, qu'un prolongement du tissu précédent. Du tour ou de la circonférence du faisceau utriculo-médullaire s'échappent des utricules continues qui, passant horizontalement à travers les mailles ou les aréoles laissées par les croisemens et les divarications latérales des vaisseaux communs, vont, en divergeant et en se prolongeant, s'épanouir au-dessus et au dehors des couches corticales sous l'épiderme, où ils versent le suc réparateur qui forme ces couches. Cette structure est très-marquée et très-facile à apercevoir dans toutes les plantes herbacées, dans les jeunes bois. On en voit des traces très-sensibles dans les bois les plus durs et les plus âgés : ce sont ces espèces de rayons étoilés qui, dans un tronc d'arbre scié perpendiculairement à son axe, partent du centre et se perdent jusque sous l'écorce. Entre chaque couche de vaisseaux communs, ce tissu vésiculaire qui répond si bien au tissu cellulaire du corps des animaux, forme un épanouissement

plus rare ou moins dense que ces couches vasculaires, et où le suc nourricier qui s'y épanche entretient de la souplesse et de l'élasticité.

9. C'est de l'ensemble et de l'arrangement de ces cinq ordres de vaisseaux que résulte l'organisation des différentes parties qui composent le corps des végétaux ; et rien n'est plus propre que cette considération à prouver que cette structure est extrêmement éloignée de la simple juxta-position des lames ou des solides qui forment les fossiles. Dans ceux-ci, la disposition, même régulière et géométrique de leurs molécules, ne dépend que de leur forme primitive et de leur attraction réciproque, modifiées par toutes les circonstances extérieures qui favorisent ou diminuent leur balancement, leur approximation, leur cohésion. A quelque point de leur continuité qu'on examine la contexture des parties d'un fossile, quel qu'il soit, on ne trouve jamais que des molécules ou des parcelles similaires; dans les plantes au contraire, on apperçoit, à différens points de leur tissu, des vaisseaux dissemblables, des organes divers, des dispositions particulières et différentes de ces vaisseaux, des communications, des abouchemens continus de tubes ou vésicules qui s'offrent à l'observateur.

10. Il ne suffit pas cependant de s'en tenir à cette considération générale sur la structure intime des plantes, pour bien saisir les différences qu'elles offrent avec les minéraux. Il faut rechercher encore ce que cette organisation intérieure présente de différent dans chacune des six parties diverses, dont il a été dit, dans l'article précédent, qu'un végétal parfait ou bien complet dans son organisation était composé.

A. La racine fibreuse a le même tissu, la même organisation que le tronc ligneux ou que le bois. Son écorce seulement n'est jamais sèche et dure, ni recouverte d'une épiderme solide et desséchée comme celle du tronc. On y voit de plus des filets nombreux ou du chevelu, rempli de beaucoup de vaisseaux absorbans, destinés à pomper l'eau et ce qu'elle enlève

à la terre, comme autant de syphons. Dans la racine charnue et tubéreuse, on ne voit pas les couches ligneuses, mais une espèce de parenchyme logé dans une masse considérable d'utricules ou de tissu cellulaire.

B. La tige ou le tronc est la partie des végétaux où l'on voit le mieux leur tissu et leur organisation, sur-tout dans celle qui est solide et ligneuse et qui appartient aux arbres. On distingue dans cette tige l'écorce et le bois. L'écorce, ou enveloppe extérieure des bois et de toutes les parties des végétaux, est formée, spécialement dans les arbres où on peut la voir et la détacher distinctement, de deux parties très-distinctes, de l'épiderme membrane sèche, d'un gris foncé, ou blanchâtre ou jaunâtre, composée de petites plaques cassantes, demi-transparentes; et de couches corticales, appliquées en tissu lâche les unes sur les autres, faciles à séparer en feuillets qu'on nomme *liber*, et souvent remplis de liquide apporté par les extrémités des prolongemens médullaires qui viennent s'y épanouir. Les couches intérieures du liber deviennent, chaque année, une couche externe du bois: celui-ci, le bois, tissu de vaisseaux communs, de vaisseaux propres, de trachées, de tissu utriculaire, présente un centre médullaire; les prolongemens qui en partent pour se répandre sous l'épiderme, de couches annuelles de tissu ligneux, qui annoncent les années de sa croissance, dont les intérieures sont les plus dures ou le cœur du tronc, et les extérieures plus tendres constituent l'aubier.

C. Les feuilles recouvertes de l'épiderme, commun à toutes les parties du végétal, sont composées d'une grande quantité de vaisseaux communs, dont les divisions forment des aréoles très-nombreuses, remplies par des feuillets plats de tissu utriculaire, dans lequel est épanché un suc épais, souvent visqueux et collant. Les vaisseaux qui y sont transmis par le pétiole, où ils sont serrés les uns contre les autres, s'écartent, se partagent en divisions, sensibles à l'œil par des nervures,

et s'épanouissent dans la surface plane de cette partie. On dissèque très-bien les feuilles par la macération dans l'eau ; et les insectes qui en mangent l'écorce et le parenchyme, les dissèquent ainsi, de manière à ne laisser que le tissu vasculaire isolé. Elles sont percées, à leur surface supérieure et inférieure, d'un grand nombre de pores ou de trous qui peuvent exhaler ou inhaler des vapeurs ou des fluides élastiques.

D. Dans les fleurs, les calices ont absolument le même tissu que les parties extérieures de l'écorce ou que l'épiderme ; ils sont en effet formés de l'épiderme épanoui, quelquefois renflé. Les corolles sont une continuité du liber et recèlent en outre une immense quantité de trachées, en sorte qu'on peut les regarder comme une espèce d'organe pulmonaire dans les végétaux. Les étamines se continuent avec le tissu intérieur ligneux, et les vaisseaux propres ; les anthères sont de petites bourses membraneuses, doublement repliées, toutes percées de pores qui laissent suinter en gouttelettes une matière qui se dessèche et devient le pollen, la poussière fécondante. Le pistil, continuité du tissu utriculaire ou médullaire, a été comparé aux organes féminins de la génération dans les animaux ; le stigmate y tient lieu de vulve, le style de vagin, et l'ovaire de matrice. Les œufs végétaux ou les graines sont toutes formées dans ces organes, et préexistent avant la fécondation. Il résulte de cette structure de la fleur qu'on peut la considérer comme la production alterne des différens ordres de vaisseaux intérieurs, comme leur dernier jet, comme une sorte de dilatation ou de séparation des différens organes intimes ; elles sont le produit admirable de l'excès de nourriture et de mouvement dans les divers ordres de vaisseaux qui constituent le tissu intérieur de la plante.

E. Les fruits sont presque toujours formés dans leur intérieur d'un parenchyme pulpeux, charnu, gélatineux, mollasse, qui n'est formé presque que de tissu utriculaire, et que traversent seulement quelques vaisseaux communs transmis par

le pédoncule : ces vaisseaux qui se rendent ordinairement dans le centre des fruits, portent la nourriture aux semences, et produisent, par l'épanchement du suc ligneux, le noyau qui souvent entoure les amandes. Quelquefois ce suc ligneux surabondant se dépose dans le parenchyme, et y forme des concrétions qu'on nomme souvent improprement des pierres.

F. Les semences sont encore constituées par le tissu utriculaire, dans les vésicules duquel se déposent une matière pulvérulente, ou muqueuse, ou sèche et féculente, et qui communique immédiatement par une espèce de cordon ombilical avec les vaisseaux de la plantule, à laquelle ils fournissent la première nourriture pour opérer le développement qui a lieu dans la germination. Il n'est pas douteux que le suc déposé dans cet organe est le plus élaboré, le plus parfait, et le plus précieux produit de la nutrition des végétaux, puisqu'il donne naissance à la partie la plus utile, à celle qui doit entretenir et multiplier l'espèce dans les individus semblables, qui se succèdent sans interruption les uns aux autres.

ARTICLE III.

Des phénomènes de la vie végétale.

1. Si les végétaux diffèrent singulièrement des minéraux ou fossiles par leur aspect, par leur port, par leur structure externe et interne, on trouve encore cette différence plus saillante et plus prononcée quand on considère le jeu des organes qui les constituent. On a déja dit que les végétaux différaient des minéraux, parce qu'ils se nourrissent ou s'agrandissent par intus-susception, tandis que les fossiles ne prennent d'accrois-

sement que par le rapprochement et l'addition extérieure des molécules similaires. Mais cet énoncé général n'est pas suffisant pour établir exactement les différences qui existent entre ces deux classes de corps.

2. C'est dans le jeu même des parties, dans les fonctions qu'exércent les différens vaisseaux des végétaux, qu'on doit puiser une notion plus précise de leurs différences d'avec les lames inorganiques des minéraux. L'ensemble des phénomènes qui ont lieu dans l'organisme des végétaux constitue une vie particulière. On dit, avec raison, que les végétaux vivent, puisqu'on les voit naître, se développer et s'accroître, ou pousser, partager leur existence et les phases de cette vie végétative en plusieurs âges qui se succèdent, présenter à chacune de ces époques des scènes différentes et dépendantes les unes des autres, s'arrêter à un certain terme de leur accroissement, devenir aptes à la génération quand ils ont pris toute leur croissance, se conserver plus ou moins long-temps et plus ou moins bien portans et vigoureux dans leur état d'adultes, donner la naissance à une nombreuse lignée, puis dépérir, s'affaiblir, se détériorer, devenir même malades et subir le sort nécessaire de tout ce qui a vie, arriver enfin au dernier terme de leur existence, à la mort.

3. Tous ces passages, toutes ces époques de la vie végétale qui, en les éloignant singulièrement des composés fossiles, les rapprochent des animaux, se font par un travail intérieur, par des changemens successifs qui ont lieu dans les cavités des différens ordres de vaisseaux qui en constituent le tissu; et ces changemens s'exécutent au moyen de mouvemens réguliers et constans qu'on nomme fonctions végétales. Il n'est pas ici question de déterminer ni les causes, ni les résultats particuliers de ces fonctions. L'objet actuel est seulement d'en reconnaître l'existence, et d'en annoncer les signes ou phénomènes, pour continuer à établir, d'une manière certaine, la différence des végétaux et des minéraux.

4. L'observation seule suffit pour appercevoir qu'il y a dans les végétaux,

a. Une absorption de liquides et de fluides placés autour d'eux ;

b. Un mouvement de fluides d'un lieu dans un autre ;

c. Une modification de ces liquides et fluides absorbés ;

d. Une séparation de ces liquides en diverses cavités et en différentes natures ;

e. Un développement des organes ou un accroissement progressif ;

f. Une éjection d'une portion de ces corps superflus à la nourriture ;

g. Un mouvement de quelques-uns de leurs solides ;

h. Une solidification ou une formation de solide qui devient corps ligneux ;

i. Une réproduction de l'individu.

Il faut jeter un coup-d'œil sur chacun de ces phénomènes.

5. L'absorption de liquides et de fluides par les pores des végétaux est un phènomène aussi certain que facile à apprécier. Les tubes des racines, et les pores des feuilles sont les principaux organes de cette absorption : on la prouve par l'immersion de ces parties dans des liqueurs colorées, et par le passage de ces liqueurs dans les vaisseaux de la plante. C'est en quoi consiste ce qu'on nomme intus-susception. C'est par là que les végétaux tirent leur nourriture, que les engrais en augmentent l'accroissement et en changent la qualité, que les terrains influent sur toutes leurs propriétés.

6. Ces liquides absorbés forment la sève qui distend au printemps les vaisseaux communs, et même, quand elle est très-abondante, les trachées, les vaisseaux propres et les utricules ; elle se meut, à ce qu'il paraît, de la racine ou du bas des plantes vers le haut dans les tiges et les branches ; quelques physiciens croient qu'elle redescend sous l'écorce, et qu'ainsi il s'établit une véritable circulation. On la prouve par les ligatures, les bourlets qu'ellés occasionnent, les suintemens

et les pleurs qu'elle produit, le gonflement de l'écorce. Tous les autres liquides propres se répandent peu à peu dans leurs vaisseaux particuliers, s'épanchent dans des cavités ou des réservoirs, et sont ainsi transportés d'un lieu dans un autre.

7. A mesure que les liquides absorbés sont mus dans les canaux des plantes et qu'ils y circulent, ils se modifient, changent de nature, deviennent les divers sucs propres, et prennent des propriétés qui les rendent susceptibles de servir aux différens usages auxquels ils sont destinés. C'est ainsi que se forment tous les matériaux divers des végétaux qui seront bientôt examinés. Ces modifications sont autant de produits ou d'effets chimiques qui seront appréciés quand on aura exposé la nature de ces matériaux, et qu'on l'aura comparée à celle des matières nourrissantes qu'ils absorbent et qui passent dans leurs filières. La suite de ces seconds phénomènes répond à la digestion.

8. A mesure que ces modifications ont lieu, et que le liquide homogène connu sous le nom de sève se convertit en différens sucs propres qui doivent devenir les divers matériaux des végétaux, ces sucs sont rejetés ou séparés de la masse générale et séveuse, portées par des canaux particuliers dans plusieurs réservoirs; et ce phénomène a la plus grande analogie avec ce qu'on nomme la sécrétion dans les animaux.

9. De ces premiers effets, l'absorption, le mouvement, le changement successif, et la sécrétion régulière des liquides végétaux, suit le développement, l'évolution des organes qui les contiennent, et de là l'accroissement, l'alongement et l'augmentation de volume qu'ils éprouvent. C'est exactement une nutrition semblable à celle des animaux. On y voit les liquides s'épaissir, prendre une grande consistance, se coaguler, se changer véritablement en solides, et ajouter ainsi, jusqu'à un certain terme, celui de l'expansion que les fibres peuvent prendre, aux couches des arbres. C'est par cet effet

que les écorces distendues se fendent, s'écartent, et deviennent inégales, rugueuses, cannelées, etc.

10. Ce développement, cet accroissement des fibres et des couches qui emploie les liquides épaissis, ne les absorbe pas tout entiers. Toute la matière prise comme nourriture par les végétaux, et enlevée au sol, à l'air, aux engrais, à l'eau, ne reste pas entièrement dans leur corps. La partie inutile ou superflue est évacuée, soit sous la forme de liquides qui s'écoulent par des ouvertures extérieures, ou de fluides vaporeux qui s'échappent en transpiration. On verra par la suite de quelle nature sont les uns et les autres. Ces excrétions, que mille faits prouvent suffisamment, sont parfaitement analogues encore à ce qui se passe dans les animaux.

11. La seule observation prouve aussi qu'à différentes époques de la vie végétale, et pour l'exercice même des fonctions qu'ils remplissent, plusieurs de leurs parties exécutent des mouvemens qui ont quelque rapport avec ceux qu'on observe dans les animaux. Ainsi les pétioles des feuilles se courbent, se plient, se rapprochent ou s'éloignent des tiges et des branches; ainsi le mouvement de torsion ou de pli est presque général dans les feuilles qui suivent le cours du soleil, et dont la page inférieure se tourne toujours vers la terre, tandis que la supérieure regarde toujours le ciel et la lumière: ainsi les tiges herbacées se courbent insensiblement vers les lieux éclairés. Ce phénomène, qui se rapproche de l'irritabilité animale et du Galvanisme, est si sensible et si prononcé dans quelques plantes, qu'elles se reploient à l'approche de tous les irritans et presque de tous les contacts, comme on le voit dans la sensitive. D'autres parties, et sur-tout les filamens des étamines, le présentent encore d'une manière plus marquée, et se penchent presque subitement vers le pistil lorsqu'on les irrite avec des pointes, comme on l'observe dans les hélianthèmes, la rue, l'épine-vinette, etc. Les botanistes modernes ont fait beaucoup d'attention à ce mouvement d'irritabilité

végétale ; et plus on multipliera les expériences sur ce point de physique, plus ce phénomène se généralisera.

12. Le terme constant de la nutrition et de l'accroissement dans les végétaux est la solidité qu'acquièrent ces êtres et l'état ligneux qu'ils contractent : ainsi la production du bois, et le changement de toutes leurs parties en corps ligneux, se rapprochent ici de l'ossification qui termine de même la vie des animaux. Tout prouve que les substances nourricières des plantes sont portées en liquides dans leurs couloirs, et qu'elles finissent par se solidifier, par perdre tout leur dissolvant, et devenir concrètes. Il ne s'agit encore ici que d'établir la généralité et l'existence des phénomènes et non pas de les expliquer. Ainsi je dois m'en tenir à énoncer ce qui se passe, sans rechercher à en connaître les causes, qui seront exposées après avoir étudié la nature et la composition des substances végétales.

13. Un des plus incompréhensibles et des plus beaux phénomènes de la vie végétale est leur réproduction. La poussière des étamines, reçue sur le stigmate, féconde les graines contenues dans l'ovaire ; on le prouve par l'enlèvement des étamines ou des anthères qui laisse la plante stérile ; on le prouve encore par l'histoire des fleurs femelles de plantes monoïques, qui ne rapportent point de fruits lorsqu'il n'y a pas d'individus mâles à leur portée, par la manière même dont on les féconde en secouant la poussière des étamines sur leurs pistils : on le prouve enfin par les modifications et les variétés que donnent les semences des arbres, fécondées par les étamines d'autres végétaux. Les graines préexistent dans les ovaires, et le pollen n'y opère que le mouvement vital ou la disposition à le contracter. Sans cette poudre fécondante, les graines se flétrissent et se dessèchent dans leurs enveloppes. A peine les a-t-elle touchées ou pénétrées de la vapeur qui s'en exhale (car on ne voit pas le pollen tout entier passer jusque dans l'ovaire), celui-ci se distend, s'accroît, devient le fruit ; et la semence qu'il contient est devenue fertile. Dès-lors confiée à la terre

ou pénétrée d'humidité, elle se gonfle ; la radicule s'alonge et s'enfonce dans la terre ; la plumule, également alongée, s'élève dans l'air en entraînant avec elle les cotylédons qui présentent les deux premières feuilles, ou la première feuille qu'on nomme à cause de cela, *feuilles seminales*. Une fois épanouie dans l'air et assurée dans le sol, la jeune plante vit par ses propres forces : nourrie d'abord par la propre substance du périsperme qui forme une espèce de lait, l'embryon se développe, se déroule, quitte cette enveloppe nourricière, et puise son aliment par ses propres pores absorbans.

14. A cette suite de phénomènes faciles à reconnaître, et qui composent les fonctions vitales des végétaux, il faut joindre la propriété qu'ont les plantes de se reproduire ou de se propager par boutures ; de se réunir par leurs écorces fendues ; de s'enter les unes sur les autres ; de se multiplier par rejetons ; de se varier et de se marier les uns sur les autres par la greffe : il faut ajouter que la germination, la foliaison, la floraison et la fructification partagent leur vie en époques distinctes ; que chaque année le plus grand nombre se repose pendant l'hiver, sommeille pendant le froid, et recommence à vivre dans la saison chaude : et l'on aura dans ce tableau, quelque faible qu'en soit l'esquisse, un ensemble de faits qui ne laisseront aucun doute sur l'extrême différence qui existe entre ces êtres véritablement organisés, et les matières brutes et inorganiques qui ont été traitées dans toutes les sections précédentes. On concevra facilement que les propriétés chimiques de ces corps doivent être tout autres que celles des fossiles, que la manière de les apprécier doit également différer de celle qui a été employée pour ceux-ci. C'est la seule vérité que j'aie voulu prouver jusqu'ici, et je vais achever de la confirmer en considérant, dans un dernier article de ce premier ordre, les utilités générales que les végétaux remplissent dans l'économie de la nature, et en les comparant à celles auxquelles elle a consacré les minéraux.

ARTICLE IV.

Des utilités ou du rôle des végétaux dans l'économie de la nature.

1. Quand on s'occupe de rechercher le rang que tiennent les végétaux parmi les productions de la nature, et les usages auxquels elle les a destinés, on reconnaît sur-tout dans cette recherche les différences les plus saillantes entre les minéraux et ces êtres organisés. Elevés au dessus de la surface du globe, recouvrant sa nudité, enrichissant sa sécheresse, et substituant à son aridité l'image de la fraîcheur et de l'abondance, les végétaux semblent cacher aux yeux de l'homme les fossiles que la terre recèle dans son sein, et les appeler à des jouissances que les minéraux ne peuvent pas lui procurer. Leurs masses s'élançant dans l'air sous la forme d'arbres, ou se pressant sur le sol qu'ils ornent du brillant tapis de la verdure, offrent également, dans tous les points du globe, le plus beau, le plus gai, le plus ravissant des spectacles, et aucun être animé n'est insensible à l'aspect de cette riche parure de la terre.

2. La force par laquelle ils végètent, s'accroissent et augmentent dans toutes les dimensions, lorsqu'elle ne rencontre point d'obstacle, lorsque la main de l'homme n'y porte point le ravage et ne l'arrête point dans sa marche, tend à surcharger de corps ligneux la surface de la terre; et si l'on en excepte la hauteur des monts qui surpasse trois mille mètres dans l'atmosphère, et qui montre le squelette pierreux du globe, toujours décharné et toujours nu, toute la croûte de notre planète se recouvrirait entièrement d'arbres et de bois. On le voit dans les lieux où les hommes n'ont point fixé encore leurs demeures; des forêts impénétrables, des masses de

bois rapprochés les uns des autres, en occupent tout l'espace et y règnent paisiblement.

3. Ceux de ces êtres organiques qui, par les lois auxquelles tout obéit, et après avoir rempli la limite du temps que la nature accorde à leur existence, ont péri, tombent sur le sol, se décomposent lentement, se convertissent en un *détritus* nourricier, en une terre ou terreau de nouvelle formation, qui, formant des couches successivement appliquées sur les lits primitifs des fossiles, exhaussent peu à peu ce sol, en changent la proportion des principes, et constituent une masse d'engrais naturels dans lesquels les graines végètent avec rapidité. Ainsi par la suite même de la mort et de la décomposition des uns, d'autres vont puiser la source de leur vie et de leurs forces pour fournir à leur tour un aliment à la génération végétale qui leur succédera : admirable cercle non interrompu de la puissance régénératrice qui veille à l'entretien de toutes les productions de la nature.

4. Ces masses immenses de végétaux qui surmontent les fossiles et qui dominent sur eux, arrêtent en même temps, à la surface de la terre, l'eau, première source de la fécondité végétale, empêchent ou diminuent son évaporation, l'absorbent de toutes parts, se l'approprient, la boivent par tous leurs pores, produisent le même effet sur les nuages ou l'eau en vapeur, les attirent, les condensent, ouvrent des myriades de bouches avides à la pomper, et souvent retardent ou annullent les dangers des grandes pluies ou des orages pour les cités que ces nuages menacent de renverser. C'est ainsi qu'on a observé que des forêts inconsidérément abattues dans le voisinage de quelques villes les ont rendues infiniment plus sujettes aux torrens atmosphériques ou aux pluies abondantes.

5. Les végétaux soutiennent, par l'entrelacement de leurs racines et par l'adhérence qu'ils font contracter aux terres qui les entourent, les parties les plus mobiles et les moins tenaces des terrains dont ils retardent ou empêchent tout-à-fait

les éboulemens : ils défendent même ces terrains de l'action dégradante des eaux. L'industrie humaine a profité de cette propriété pour rendre solides les endroits les plus disposés aux dégradations et aux chutes, soit par l'incohérence des terres qui les couvrent, soit par la déclivité des couches sur lesquelles ces terres reposent, sur-tout lorsqu'elles sont attaquées par le mouvement des eaux.

6. En donnant à l'homme le plus magnifique spectacle, les végétaux sont chargés par la nature de renouveler, à l'aide même de leurs mouvemens vitaux, la pureté et la composition primitive de l'air nécessaire à l'entretien de la vie des animaux. Frappés par les rayons du soleil, ils versent dans l'atmosphère une rosée vivifiante de gaz oxigène, à mesure qu'ils végètent.

7. Les végétaux offrent en même temps un abri contre les ardeurs du soleil, une ombre salutaire et rafraîchissante aux animaux. C'est sous leur voûte feuillée que les êtres animés trouvent le repos, le frais, le doux loisir, l'abri contre les vents, la pluie, les orages : ils y puisent en même temps la nourriture ; et c'est-là le rôle le plus important que les plantes sont destinées à remplir dans la nature. Aussi sous les ombres épaisses des végétaux entassés sur les terres inhabitées, et dans le sein même du limon humide ou des eaux stagnantes que leurs masses entretiennent, vivent des peuples immenses de reptiles, de serpens, d'oiseaux aquatiques, d'insectes et de vers.

8. Tous les faits recueillis sur l'économie de la nature prouvent qu'aucun animal ne peut soutenir son existence avec les matières fossiles, et que sans les végétaux il n'y aurait point d'animaux. C'est dans ces corps organisés que toutes les classes d'animaux trouvent primitivement leur nourriture ; car ceux qui vivent d'autres animaux dévorent ceux qui se nourrissent eux-mêmes de végétaux. Ainsi tout corps vivant compris dans la nombreuse clase des êtres animés tire sa première existence

des plantes ; ainsi les végétaux sont chargés par la nature de préparer l'aliment primitif des animaux, et aucune substance ne peut être digérée par ceux-ci quand elle n'a pas préalablement été préparée par les organes intérieurs des plantes. Considérés sous ce vaste aspect, les végétaux sont des espèces d'êtres nécessairement intermédiaires entre les fossiles et les animaux : ils reçoivent primitivement des premiers les élémens de la matière brute et inorganique, qu'ils combinent d'une manière complexe pour la fournir aux seconds, dans lesquels elle est alors susceptible de se convertir en leur propre substance. Ils sont destinés à préparer l'aliment des animaux : aussi le nombre et le poids de ceux-ci correspondent-ils très-exactement au nombre et au poids des premiers. Quand il n'y aurait que cette différence entre les fossiles et les végétaux, elle suffirait pour les distinguer et pour ne jamais les confondre.

9. A ces grands usages dans l'économie naturelle, l'industrie humaine et la perfectibilité dont l'homme est susceptible en ont réuni un nombre immense pour ses besoins et ses plaisirs. Sans tracer ici la plus légère esquisse des arts qui s'exercent sur les végétaux ou sur les matières végétales, objet qui sera traité dans la plupart des articles de cette section, il suffira d'observer que les hommes trouvent dans ces êtres, avec des alimens très-variés, la matière la plus avantageuse de la construction de leurs demeures, celle de leurs vêtemens, les remèdes à leurs maux, les moyens même de se transporter sur les ondes, les mobiles de presque toutes les machines qu'ils fabriquent et qu'ils emploient, sur-tout pour mouvoir, élever et traîner les plus lourds fardeaux. Ils ont su rapprocher d'eux les espèces de plantes utiles de tous les genres, les multiplier, en accroître la production par la culture, en perfectionner, en modifier de mille manières les propriétés, leur donner des volumes, des odeurs, des saveurs, des couleurs que la nature ne leur avait pas accordés, et les approprier en général à leurs besoins ou même à leurs caprices.

SECOND ORDRE DE FAITS

SUR LES COMPOSÉS VÉGÉTAUX.

De la nature ou de la composition chimique de ces êtres en général.

ARTICLE PREMIER.

De la succession des travaux et des découvertes sur cette composition.

1. Il est impossible de ne pas conclure des faits qui ont été recueillis dans l'ordre précédent, que l'organisation végétale doit former des composés extrêmement différens de ceux qui constituent les fossiles, et que les phénomènes chimiques que ces composés présentent doivent aussi être entièrement divers des résultats que l'on obtient en traitant les substances minérales. C'est pour cela que dès les premiers travaux que les chimistes ont entrepris sur les matières végétales, ils ont obtenu des faits opposés en quelque sorte à ceux qu'ils avaient eu occasion d'observer sur les fossiles. Tous les phénomènes des analyses se sont alors tellement confondus et mêlés les uns avec les autres dans leurs expériences sur ces corps organisés, qu'il a fallu beaucoup de temps et de grands progrès dans la théorie générale de la science pour qu'ils aient pu concevoir la cause générale de cette différence dans la complication même

des effets qui se réunissent par l'action analytique qu'ils leur faisaient éprouver.

2. Une des premières et des plus étonnantes données qu'ils ont recueillies de leurs essais informes sur les matières végétales, a été l'impossibilité qu'ils ont reconnue de rendre à ces matières, une fois altérées par les travaux chimiques, la première forme et la première nature qu'elles avaient. Tandis que les composés minéraux, analysés avec soin, leur fournissaient des principes dont la réunion ou la combinaison, faite dans les proportions indiquées par cette analyse, reformait les composés avec toutes leurs propriétés, ils ne pouvaient rien obtenir de semblable par leurs expériences sur les composés végétaux ; et pendant long-temps ils ont ignoré quelle était la raison de ce phénomène, en sorte qu'ils avaient dû désespérer de parvenir jamais à avoir une notion exacte de la composition de ces êtres, qui ne leur offrait ainsi, avant la doctrine pneumatique, qu'un problême insoluble, qu'une énigme inexplicable.

3. Aussi toute la chimie végétale se bornait-elle encore, en 1784, à extraire et à purifier les différens produits immédiats des plantes, à déterminer leurs dissolvans relatifs, à chercher les moyens de les séparer exactement, à saisir les principaux caractères qui distinguaient chacun de ces produits, plutôt pour les faire servir à nos besoins que dans l'intention ou même dans l'espérance d'en apprécier exactement la nature. Concentrée pendant plus d'un siècle dans les laboratoires de pharmacie ou dans les ateliers des arts, cette partie de la chimie ne s'occupait que de la préparation des médicamens, et de la production des diverses matières utiles aux hommes pour leurs différens besoins. Si l'on avait cherché à cette époque des idées philosophiques sur la nature des végétaux dans les analyses qu'en faisaient les chimistes, on n'aurait trouvé qu'erreurs ou hypothèses ; et si l'on avait ôté des ouvrages de chimie ce qui était relatif à la pharmacolo-

gie ou aux manufactures, il n'y serait rien resté pour la philosophie chimique.

4. Après les moyens simples et souvent mécaniques d'extraction des principaux matériaux des végétaux donnés par les premiers chimistes dans l'intention spéciale d'en former des médicamens utiles, on adopta d'abord, pour rechercher la nature de ces matériaux, comme celle des végétaux tout entiers, l'action violente du feu, la distillation à la retorte; et l'on croyait si bien que les principes qu'on en obtenait par là étaient tout formés, tout contenus, et n'étaient que séparés par la chaleur, qu'on n'avait pas d'autre manière d'expliquer leurs vertus que de les attribuer à ces principes. C'est ce qu'on remarque sur-tout dans les ouvrages de Lemery, de Geoffroy et de tous les auteurs de matière médicale, depuis la fin du dix-septième siècle jusqu'à près de la moitié du dix-huitième. L'Académie des sciences de Paris crut même qu'un des travaux les plus importans et les plus pressans auxquels elle devait se livrer, était cette analyse des plantes par le feu; et près de trente années de suite furent employées à l'exécution de cette entreprise, consignée et décrite avec beaucoup de soin dans trois gros volumes *in-folio* manuscrits, conservés dans la bibliothèque de l'Institut, fruit des veilles des Boulduc, des Dodart, des Geoffroy, des Bourdelin, etc.

5. On s'aperçut enfin que cette méthode d'analyse était trompeuse, et qu'on s'écartait du chemin de la vérité en suivant cette route, puisque le froment et la ciguë donnaient des produits presque semblables entre eux. Alors un véritable découragement s'empara pour quelque temps des chimistes, jusqu'à ce que, toujours tourmentés par le desir presque exclusif de tirer des remèdes précieux des végétaux, ils adoptèrent une nouvelle marche, celle des réactifs. On commença à traiter les végétaux et leurs matériaux par l'eau froide et chaude et par l'alcool, à comparer les effets divers de ces

deux liqueurs. Boulduc, Hermann et Cartheuser tirèrent quelques résultats utiles de cette méthode. Ils calculèrent les proportions diverses d'extraits aqueux et résineux séparés par ce moyen. Lagaraie enseigna l'art d'extraire les matériaux solubles par l'eau froide appliquée aux végétaux très-divisés à l'aide du mouvement communiqué par les moussoirs, et à en obtenir des principes non altérés. Les livres de pharmacologie et de matière médicale traitèrent alors des vertus des plantes, d'après ce nouveau mode d'analyse; et la première erreur, née de l'action altérante du feu, corrigée successivement par des résultats moins erronés, disparut peu à peu.

6. Un peu après le milieu du dix-huitième siècle, Beccari en Italie, et Kessel-Meyer en Allemagne, trouvèrent dans l'application de l'eau froide une nouvelle manière d'analyser la farine de froment, et découvrirent la matière glutineuse, nouveau principe végéto-animal, dont la découverte excita un nouveau courage parmi les chimistes. Rouelle qui, dans ses cours, avait déja beaucoup ajouté au beau tableau de l'analyse végétale de Boerhaave, distingua le premier avec plus de soin les matériaux immédiats des végétaux, divisa et caractérisa par des propriétés mieux connues les diverses espèces d'extraits; découvrit la matière glutineuse dans les feuilles vertes; compara les gommes et le sucre à l'amidon; publia dans ses procédés une esquisse plus complète, et sur-tout plus méthodique de l'analyse végétale qu'on ne l'avait fait jusque-là, et ranima l'espérance des travailleurs. Bucquet, mon premier maître, qui a trop peu vécu pour la science, donna en 1773, sous le titre modeste d'*introduction à l'étude des corps naturels tirés du règne végétal*, un ouvrage précieux par l'ordre qui y règne et la disposition des faits nombreux sur la chimie des plantes. A cette époque tout était disposé pour de plus importantes découvertes.

7. La chimie pneumatique commençait à s'élever alors, lorsque Priestley et Chaulnes examinèrent le gaz acide, nommé

alors *air fixe*, produit et dégagé pendant la fermentation vineuse, et s'assurèrent que c'était le même que Black avait trouvé dans la craie et les alcalis. Macbride avait déja admis, en 1764, sa présence dans les végétaux d'une manière trop précipitée à la vérité, mais ingénieuse et faite pour agiter utilement les esprits, et avait attribué la décomposition putride à son dégagement : il ne fallait, suivant lui, qu'empêcher ce dégagement ou restituer ce principe aux végétaux pour prévenir ou corriger leur altération septique. Quoique cette première introduction de la chimie pneumatique dans l'analyse végétale, depuis 1764 jusqu'en 1784, n'ait donné naissance qu'à des idées fausses, elle a cependant servi la science par les découvertes isolées et incohérentes, il est vrai, qu'elle a produites. L'époque de la découverte de la nature de l'eau, suivie bientôt de celle de la nature de l'air fixe reconnu pour acide carbonique, fut un trait de lumière pour l'analyse végétale. Lavoisier, en examinant les produits de la combustion de l'huile et de l'alcool ; en obtenant plus d'eau que leur propre poids parmi ces produits, ainsi qu'une quantité notable de gaz acide carbonique ; en étudiant avec un égal soin les phénomènes de la fermentation vineuse, ouvrit une carrière nouvelle, et jeta un grand jour sur la composition végétale ; expliqua la nature et la source des produits qu'on en avait retirés jusque-là par le feu, pourquoi ils n'étaient pas contenus dans les végétaux avant cette action, comment ils se formaient. Ainsi se présenta la première notion exacte des composés organiques. Depuis cette brillante époque, les pas des chimistes, auparavant chancelans, se sont assurés ; la science a marché de découverte en découverte. Il en a sur-tout résulté une ingénieuse et utile comparaison entre les divers moyens d'analyse employés jusque-là, celle par le feu, par la combustion, par la distillation, par la fermentation. De là est née également l'idée simple de la composition végétale, qui sera tracée dans un des articles suivans. Je n'ai voulu pré-

senter ici qu'en un seul point de vue, qu'en un seul trait, le résultat des travaux de Lavoisier sur les végétaux.

8. Toutes les découvertes relatives à l'analyse végétale, qui ont été faites, ou quelque années avant 1784 ou depuis, peuvent être rapportées aux nouvelles idées répandues par Lavoisier, et n'en sont que des approximations et des suites nécessaires. C'est dans cet ordre qu'il faut placer celles de Bergman et de Schéele, de ce dernier sur-tout qui a plus fait pour l'accroissement de cette analyse que tous les chimistes ensemble n'en avaient fait depuis le commencement de leurs travaux. A peine jusqu'à eux connaissait-on deux ou trois acides végétaux différens les uns des autres. Bergman découvrit en 1776 la conversion du sucre en un acide particulier par le moyen de l'acide nitrique, et Schéele trouva bientôt que cet acide était le même que celui de l'oseille; et de cette première source de fabrication artificielle d'un acide végétal sont sorties beaucoup d'autres découvertes analogues. Ce dernier chimiste découvrit successivement l'existence particulière des acides citrique, malique, gallique, sachlactique, et donna lieu aux travaux successifs de Crell, de Hermstadt, de Westrumb, de Kosegarten, de Brugnatelli, sur la formation, le rapport, la différence et la conversion réciproque de ces acides : découvertes qui ont fourni à la chimie française l'occasion d'appliquer d'une manière si heureuse, comme on le verra bientôt, leur doctrine à la nature et à la composition de toutes les matières végétales. Je ne parle point ici de beaucoup de faits particuliers dus aux mêmes chimistes suédois et allemands, que j'aurai occasion de citer ailleurs.

9. Pendant ou peu après ces utiles découvertes des chimistes suédois et allemands, Ingenhousz et Sennebier examinèrent les produits fluides élastiques exhalés des plantes, l'action des végétaux sur différentes espèces de gaz, leur influence sur l'air, celle de ce fluide, de l'eau, et de la lumière sur les végétaux. Leurs travaux se rapprochèrent singulièrement des premières don-

nées trouvées par Lavoisier ; et quoiqu'ayant pris des routes entièrement contraires, ils se sont, en quelque sorte, rencontrés dans la carrière qu'ils avaient parcourue, en commençant chacun par les extrémités opposées. Il en est résulté le plus bel accord que l'on puisse saisir dans l'histoire des sciences ; et c'est de l'ensemble comparé de leurs essais qu'est sortie l'importante application qu'on a commencé à faire des vérités chimiques aux phénomènes de la végétation. C'est de cette époque que date véritablement la révolution heureuse opérée dans la physique végétale ; révolution dont j'exposerai l'état actuel, après avoir parcouru tous les faits qui constituent l'ensemble de l'analyse des plantes qui existent aujourd'hui.

10. Le citoyen Berthollet a, de son côté, rendu les plus grands services à l'analyse végétale. Son travail sur l'acide muriatique oxigéné l'a conduit, en examinant son action sur les matières colorantes végétales, à déterminer sa nature et les diversités de ses couleurs, à expliquer leurs altérations par l'air, à concevoir la remarquable influence de l'oxigène sur les huiles, qu'il épaissit et fait passer à l'état de beurre ou de cire. Par d'autres expériences et d'autres recherches, il a reconnu la décomposition lente et spontanée des acides tartareux et acéteux et de leurs sels dissous dans l'eau, la portion de potasse toute formée que le premier contient, l'attraction des matières colorantes pour l'alumine et pour l'oxide d'étain, la décomposition du tartitre d'antimoine et du muriate suroxigéné de mercure par les décoctions de quinquina. Qu'il me soit permis de me placer moi-même sur cette liste des chimistes qui ont accru l'analyse végétale, en raison des résultats que j'ai fait connaître, dans plusieurs dissertations particulières, sur la coloration diverse des matières extractives par différentes proportions d'oxigène ; sur les propriétés des extraits décrites dans mon analyse du quinquina ; sur la conversion du corps ligneux en plusieurs acides par l'acide nitrique ; sur la séparation du caout-

chouc élastique, du suc de l'*hevœa* exposé à l'air; sur l'action réciproque des acides nitrique, sulfurique, muriatique, et des matières végétales. J'ai de plus un grand travail entrepris en commun avec le citoyen Vauquelin sur l'analyse végétale en général, et j'en ferai connaître quelques portions dans cet ouvrage, quoique ce travail ne soit pas encore à beaucoup près terminé. Je passe sous silence un grand nombre d'autres traits de l'histoire de la chimie végétale, et de découvertes dues à M. Proust, à Pelletier, au citoyen Chaptal, qui a rendu de grands services aux arts chimiques relatifs à ces substances, aux citoyens Deyeux et Vauquelin et à plusieurs autres chimistes, parce que ces faits trouveront leur place dans la plupart des articles qui suivront, et parce que la plupart d'entre eux ne présentent point cette généralité de résultats qui seule peut les faire considérer ici comme ayant influé sur la marche de cette partie de la science. Je n'ai voulu énoncer ou faire connaître ici que les traits les plus saillans des diverses époques de l'analyse des végétaux, que ceux qui ont changé véritablement la face de la science et qui l'ont amenée au degré d'élévation où elle est parvenue.

ARTICLE II.

Des différentes méthodes d'analyse végétale comparées entr'elles.

1. Il résulte de ce qui a été exposé quoique très-succinctement, dans l'article précédent, qu'à différentes époques par où l'art chimique a en quelque sorte passé pour arriver au point où il s'est élevé aujourd'hui, les méthodes d'analyser les végétaux ont dû varier, et ont varié en effet. Cependant, rien n'a été

perdu à cet égard ; les fautes même des anciennes méthodes ont été mises à profit ; on en a tiré des inductions utiles à l'établissement des nouvelles ; on les a comparées entr'elles, et cette comparaison même a fourni de nouvelles lumières, quelquefois inattendues. A mesure qu'en se rectifiant, la chimie a créé de nouvelles méthodes, elle n'a point entièrement abandonné les anciennes ; elle les a reprises sous un nouveau point de vue et corrigées : de sorte que les inexactitudes même de leurs résultats ont fait place alors à des données positives. Alors ces méthodes se sont servies réciproquement de contrôles.

2. En saisissant d'un coup-d'œil tout ce qui a été fait depuis plus d'un siècle sur l'analyse végétale, en rapprochant les uns des autres les divers moyens employés successivement pour connaître la nature des matériaux des plantes, on peut rapporter à huit méthodes générales toutes les manières de les traiter qui ont été adoptées ; savoir,

a. L'analyse mécanique naturelle ;
b. L'analyse mécanique artificielle ;
c. L'analyse par la distillation ;
d. L'analyse par la combustion ;
e. L'analyse par l'eau ;
f. L'analyse par les acides et les alcalis ;
g. L'analyse par l'alcool et les huiles ;
h. L'analyse par la fermentation.

En donnant ici une courte notion des pratiques et des usages de chacune de ces espèces d'analyse, ce n'est pas encore pour déterminer exactement les propriétés chimiques des matières végétales : cet objet appartient au troisième ordre de faits qui sera traité en particulier après celui-ci ; ce n'est que pour continuer à exposer la route que les chimistes ont tenue pour parvenir à reconnaître ces propriétés, et à bien saisir la différence des matières végétales d'avec les fossiles ; c'est en un mot une suite et une des parties nécessaires de la partie historique qui

fait le sujet général des quatre articles compris dans ce second ordre de faits.

3. Quoique la séparation des différentes matières qui composent les végétaux, opérée par des moyens mécaniques, ne soit réellement pas comparable aux véritables moyens d'analyse chimique, je la range parmi les méthodes d'analyser les plantes, parce qu'elle sert véritablement à isoler les matériaux qui les constituent. J'appelle ce premier moyen *analyse mécanique naturelle*, parce que c'est la nature qui l'opère. Lorsque quelque humeur propre ou particulière gonfle les vaisseaux ou les réservoirs qui la contiennent, et ne peut plus y rester en raison de sa surabondance, elle brise les parois membraneuses qui la contiennent; elle s'écoule spontanément et paraît au dehors de la plante sous la forme d'excrétion. Les naturalistes et les chimistes tirent partie de cette circonstance pour recueillir et examiner les produits de cette excrétion comme des matériaux des végétaux qui les fournissent; souvent même ils en augmentent l'abondance et agrandissent les ouvertures naturelles par lesquelles ces liquides s'écoulent, ou en faisant eux-mêmes des ouvertures artificielles. C'est ainsi que l'on obtient la sève, les gommes, le suc sucré, la manne, les huiles volatiles, les résines, le caoutchouc, etc.

4. Je regarde comme seconde méthode, que je nomme *analyse mécanique artificielle*, l'extraction des diverses matières végétales qu'on obtient en brisant les cellules ou les vaisseaux des végétaux à l'aide de tous les instrumens mécaniques diversement disposés suivant la nature et le tissu des plantes, tels que les mortiers, les rapes, les presses, les moulins, etc. C'est ainsi qu'on obtient les sucs des plantes, les mucilages, les huiles fixes ou volatiles. Ce moyen, qui sépare non seulement les liquides d'avec les solides, mais encore les différens sucs huileux, muqueux, extractifs, colorés, acides sucrés, etc., et les divers parenchymes lamelleux, fibreux, la fécule grossière, ou la fécule fine et amylacée, est un des premiers que

l'on emploie sur les végétaux pour obtenir les divers matériaux constituans. Il a l'avantage de ne point changer la nature ou causer de l'altération dans les matériaux, de les fournir tels qu'ils sont dans les végétaux : il est fort en usage dans les arts.

5. L'analyse par la distillation est, comme je l'ai dit ci-dessus, le premier moyen que les chimistes ont employé ; long-temps même il a été le seul. Les végétaux étaient d'abord distillés à un feu doux et au bain-marie pour en extraire l'eau de végétation ; dans l'eau bouillante pour en obtenir l'huile volatile. On les mettait dans des cornues de grès ou de fer, auxquelles on adaptait un récipient dans lequel se condensaient le phlegme plus ou moins salin, l'huile ou les huiles, le sel volatil ou le carbonate d'ammoniaque pour ceux des végétaux qui en fournissaient. On y a ajouté, depuis les nouvelles découvertes, un moyen de recueillir les fluides élastiques qui se dégagent en même temps que les produits précédens : il restait un charbon plus ou moins dense ou raréfié, retenant ou ayant perdu la forme du premier corps végétal qui avait été décomposé. C'est là une véritable analyse fausse ou compliquée, qui donne, comme je l'ai déja annoncé, des matieres formées par l'action même du feu, qui n'existaient pas dans le végétal, et qui sont manifestement composées par l'influence du calorique sur les premières matières constituantes des végétaux. On ne l'emploie plus aujourd'hui que pour comparer et opposer ses effets à ceux des autres méthodes analytiques, et tirer de cette comparaison des liquides et des solides des végétaux, ce que ceux-ci peuvent offrir de différent ou d'analogue, soit dans les différentes espèces de plantes, soit dans les différentes matières de chaque plante. Seule, elle ne mériterait aucune confiance ; réunie aux autres analyses, celle-ci peut offrir de grandes lumières et des résultats fort utiles, comme on le concevra bien aisément lorsqu'il sera question de développer l'espèce d'influence que le calorique a sur ces êtres

organisés et sur les matières qui les composent. La chimie pneumatique a servi singulièrement à rendre ce mode d'analyse utile.

6. Quand on brûle des plantes ou leurs produits, on sait assez que toutes ces matières sont plus ou moins combustibles : ce n'est pas dans l'intention seulement d'observer, ce qu'on ne doit pas cependant négliger, le mode de leur combustibilité, la forme et le genre de leur flamme, leur fumée, leur odeur; mais sur-tout pour connaître la quantité de charbon qu'elles peuvent fournir, la nature de ce charbon, dense ou rare, lourd ou léger, poreux ou solide, facile ou difficile à brûler, salin ou non salin, pour connaître par l'incinération la proportion et les propriétés de la cendre qu'elles fournissent, la quantité et la nature des cendres qu'elles contiennent, sur-tout celle de l'alcali qui en fait partie, ainsi que les métaux ou les oxides métalliques qu'elles peuvent recéler. Cette *combustion* est faite ou dans des capsules de fonte dans lesquelles on a soin de modérer l'action du feu en l'étouffant, ce qui fait obtenir des charbons ou des cendres non complétement brûlées et plus ou moins huileuses, qu'on nommait autrefois *sels fixes* préparés à la manière de Tackenius ; ou on la pratique à la manière dont on brûle le bois dans des fourneaux neufs, ou dans un foyer bien propre, sur une grille de terre ou de fer forgé. C'est par ce procédé qu'on obtient le salin et la potasse.

7. *L'analyse par l'eau* consiste à appliquer en général ce liquide aux végétaux ou aux parties diverses des plantes, pour en séparer tout ce qu'elles contiennent de dissoluble. Sous ce point de vue, on a partagé tous les matériaux immédiats de ces êtres en deux classes; l'une de substances dissolubles dans l'eau; l'autre, de substances indissolubles : on a essayé de déterminer la proportion relative de ces deux genres de substances. L'eau peut être employée de cinq manières sur les matières végétales. Ou bien on les laisse tremper dans ce liquide froid, c'est ce qu'on nomme *macération* ou *infusion à*

froid. Dans le second, on met ces matières divisées et en poussière plus ou moins fine, avec de grandes quantités d'eau, et on les agite plus ou moins long-temps à l'aide de moussoirs : c'était la méthode de Lagaraie, par laquelle il obtenait de beaux extraits qu'il nommait improprement *sels essentiels*. Suivant un troisième procédé, on jette sur les végétaux ou leurs produits, de l'eau chaude ou bouillante qu'on y laisse refroidir, et on l'appelle *infusion*. Un quatrième consiste à faire chauffer doucement et lentement de l'eau sur ces corps, et c'est ce qui constitue la digestion, qui tire plus de matière que l'infusion, laquelle en extrait plus que la macération, même celle de Lagaraie. Enfin, la cinquième méthode appartient à la décoction, c'est-à-dire à l'opération par laquelle on fait bouillir de l'eau sur la substance végétale. Ce dernier genre d'action enlève beaucoup plus de matière aux plantes que les quatre premiers; mais outre qu'il en fond et qu'il en entraîne plusieurs sans les dissoudre, outre qu'il en arrache d'autres au tissu solide, qu'il ne fait que tenir quelque temps en suspension, il dénature jusqu'à un certain point les matières végétales, il en change la composition, il rompt l'équilibre de leurs principes, et il ne fournit point les matériaux que l'eau bouillante dissout ou fond, sans leur faire éprouver un changement très-remarquable.

8. L'analyse des végétaux *par les acides et les alcalis* ne rentre pas, comme on le croyait autrefois, dans l'analyse *menstruelle* seulement, ou dans l'action des dissolvans simples. Les acides et les alcalis, à moins qu'ils ne soient très-affaiblis par l'eau, car dans ce cas ils n'agissent guère que comme dissolvans, portent une altération profonde dans les matériaux des végétaux. Lorsqu'ils sont puissans et concentrés, ils changent tout-à-coup l'équilibre de composition de ces matières, ils les dénaturent; et si l'on prenait ensuite ces matériaux ainsi changés pour les vrais principes des végétaux, on commettrait la même erreur que celle que les chimistes ont

commise lorsqu'ils croyaient que les produits de la distillation des plantes y existaient tout formés avant l'action du feu. Sans expliquer ici comment s'opèrent ces singulières altérations des matières végétales produites par les acides et les alcalis, ce qui sera examiné en détail dans l'ordre de faits qui suivra celui-ci, il suffit de savoir que les chimistes modernes ont trouvé par les données de la doctrine pneumatique, la véritable cause de ces altérations, et qu'elle les a conduits à mieux connaître la nature des composés végétaux, qu'on n'aurait osé l'espérer avant l'établissement de cette doctrine. Depuis cette importante découverte, l'action des acides et des alcalis n'a plus rien eu d'obscur, et ils sont même devenus un des plus précieux et des plus utiles instrumens d'analyse qu'on puisse employer pour déterminer exactement la composition végétale.

9. En appliquant les huiles, l'alcool et l'éther, trois matières elles-mêmes de nature végétale, à l'analyse des plantes, on a reconnu, presque depuis le commencement du dix-huitième siècle, que ces corps avaient la propriété de dissoudre quelques-uns des matériaux des végétaux sans agir sur la plupart des autres, et qu'ils pouvaient ainsi servir à séparer ces matériaux et à en faire connaître la proportion relative. On les emploie tantôt avant l'eau, tantôt après l'action de ce liquide, et on compare, d'après les produits obtenus par l'un ou par les autres, la quantité relative des divers principes qui les constituent. On a vu, dans l'article précédent, qu'après avoir renoncé aux fausses inductions qu'ils avaient tirées de l'action du feu, les chimistes avaient eu recours à celle de l'eau et de l'acool : alors ils ne comptèrent que ce que chacun de ces dissolvans enlevait aux végétaux pour vrais principes des plantes ; ce qui restait insoluble dans l'un et dans l'autre était regardé comme de la terre, comme un *caput mortuum*, et ils commirent cette seconde erreur, parce qu'ils ne considéraient l'analyse végétale que sous le rapport de l'art de guérir, et parce qu'ils

pensèrent que ce résidu insipide n'avait plus d'action sur l'économie animale. Ils n'imaginèrent pas que quelques matériaux des végétaux pouvaient échapper à l'action successive de ces deux dissolvans, et ce fut une seconde erreur qui se glissa dans les résultats qu'ils tiraient de leurs premières expériences : mais les erreurs, aujourd'hui bien reconnues, n'obscurcissent plus la science et n'embarrassent plus sa marche. Les inductions que fournit l'action de ces trois espèces d'instrumens chimiques, sont beaucoup plus exactes qu'elles ne l'étaient, parce qu'on a mieux apprécié leur manière d'agir, comme on le fera voir dans l'ordre suivant. Ils sont donc rangés avec raison parmi les moyens d'analyse les plus avantageux que l'on puisse appliquer à la connaissance des végétaux.

10. Enfin, le huitième et dernier genre d'analyse que je distingue dans l'examen chimique des végétaux, est l'*analyse par la fermentation ;* c'est celle qu'emploie la nature pour décomposer peu à peu ces corps organiques, lorsque privés de la vie ils n'entrent plus dans la classe des êtres qui sont utiles à ses vues, ils ne tiennent plus leur rang dans l'ordre de son économie. Les chimistes l'ont tiré, ce moyen d'analyse, du sein même de la nature ; et ils n'ont autre chose à faire pour l'employer à leur but, que d'entourer en quelque sorte les matières végétales des circonstances ou des conditions qui font naître la fermentation. C'est par le jeu des attractions multipliées entre les divers principes primitifs des plantes, que se produit le mouvement de fermentation ; l'équilibre de leur composition est rompu ; leur arrangement, leur disposition intime changent plus ou moins promptement, et il naît de là de nouveaux produits dont les propriétés, examinées avec soin, servent aux chimistes à deviner ce qu'étaient les matières avant leur dégénérescence : c'est, comme tout autre changement chimique, une équation dont quelques parties n'ont fait que changer de place et passer d'un membre dans un autre, et qui donne quand on suit bien la marche, une solution plus ou moins satisfaisante du problème qu'on a cherché à résoudre.

ARTICLE III.

Des résultats généraux des diverses analyses par rapport à la composition végétale.

1. Parmi les huit espèces distinctes d'analyse dont j'ai exposé le dénombrement et la définition dans l'article précédent, on doit admettre une distinction essentielle, un partage important en deux genres: les unes, en effet, sont des analyses immédiates qui servent à extraire des végétaux les diverses matières composées qui en forment le tissu, sans leur faire subir d'altération, sans en changer la nature; elles donnent pour produits ce qu'on a nommé les *principes immédiats* ou *prochains* des plantes, les matériaux entiers qui se trouvent tout formés et tout contenus dans leurs vaisseaux et dans leurs réservoirs, comme leurs sucs, leurs sèves, leurs mucilages, leurs huiles, leurs fécules, etc. etc. La dissection, le broiement, la pression sont spécialement les moyens de ces premières analyses. Le feu doux, l'application de l'eau, de l'alcool, des huiles, sans le secours d'une chaleur forte ou long-temps continuée, remplissent le même but; ils séparent les matériaux composés des végétaux auxquels on les applique, et en isolant ainsi ces différens matériaux ils donnent pour premier résultat le nombre et la proportion relative de ces premiers composans, composés eux-mêmes; en sorte qu'ils peuvent déja servir à faire connaître la grande différence qui existe entre eux et les fossiles.

2. Mais ce n'est là qu'un premier point de l'analyse végétale, et il s'en faut de beaucoup que les chimistes aient pu ni dû s'en contenter. Après avoir séparé et obtenu à part les matériaux immédiats des végétaux, ils ont bientôt reconnu que ces matériaux étaient eux-mêmes des composés plus compliqués que ceux qu'on trouve dans les minéraux; et les moyens qu'ils

ont successivement mis en usage pour rechercher la composition de ces matériaux immédiats, appartiennent au second genre d'analyses dont je dois faire connaître et ressortir la différence. Ces analyses ne sont plus, comme les premières, de simples extractions, de simples isolémens des matériaux qui forment immédiatement les végétaux ; elles attaquent plus ou moins profondément ces matériaux eux-mêmes dans leur composition intime : de cet ordre sont l'action du feu plus ou moins forte, celle de l'eau aidée de la chaleur, la combustion, celle des acides, des alcalis, et la fermentation ; d'où il suit que parmi les huit espèces d'analyses, il en est quelques-unes qui ne peuvent jamais être que des analyses immédiates ou inaltérantes, comme les mécaniques, l'expression, etc. ; d'autres peuvent être ou des moyens d'extraction immédiate, quand ils sont employés avec modération ou peu d'énergie, comme le feu, l'eau, les acides, etc. Enfin, plusieurs n'agissent jamais que comme altérantes et décomposantes, telles que l'action des acides concentrés et puissans, la combustion, la fermentation.

3. C'est en observant les effets de ces moyens destructeurs, de ces secondes espèces d'analyses, et sur-tout la puissance décomposante du feu, à laquelle ils ont eu pendant si long-temps exclusivement recours, que les chimistes avaient conçu des idées sans doute inexactes et même erronées sur les principes constitutifs des végétaux, mais telles qu'ils pouvaient les concevoir alors. Leurs instrumens inexacts, et la profonde ignorance où ils étaient encore de la nature des substances susceptibles d'affecter la forme gazeuse qu'ils prenaient toutes pour de l'air, leur avaient fait penser que les végétaux étaient composés de feu, d'air, d'eau et de terre ; et c'était en effet ce qu'ils obtenaient ou croyaient obtenir alors comme dernier résultat de l'analyse des végétaux. L'acide carbonique gazeux et le gaz hidrogène passaient alors pour être de l'air ; ils ne savaient ni les recueillir ni en déterminer les différences d'avec

l'air proprement dit ; ils les laissaient échapper par les tubulures et les extrémités ouvertes des appareils ; c'étaient autant de produits qu'ils négligeaient ou qu'ils confondaient avec le fluide de l'atmosphère dans laquelle ils les laissaient perdre. Les liquides qu'ils obtenaient, l'eau qui en faisait la base générale, leur paraissaient être tout contenus dans les matières végétales ; ils ignoraient qu'elle fût un corps composé, qu'elle pût se former de toutes pièces dans les tortures auxquelles ils soumettaient ces matières, et que ses élémens dissociés de leur état d'eau pussent exister seulement comme principes particuliers dans les plantes. Le charbon qu'ils observaient leur semblait en être la terre, ou ils le croyaient composé de beaucoup de terre, et ils n'avaient nulle idée ni de la nature indestructible du carbone, ni de ses propriétés, ni de son existence comme principe dans les corps organiques. Long-temps cette opinion sur la composition primitive des végétaux par le feu, l'air, l'eau et la terre, a regné dans les écoles, et elle n'a reçu l'heureuse modification où elle est parvenue, que par la série des découvertes et des idées lumineuses qui ont suivi l'établissement de la doctrine pneumatique.

4. A l'aide de ces découvertes, les chimistes modernes ont reconnu que le dernier terme de la décomposition végétale était presque toujours de l'eau et de l'acide carbonique ; que pour obtenir ces derniers produits de l'analyse des plantes, il ne fallait que détruire l'équilibre qui tenait leurs principes réunis ; que tous les corps oxigénés ou pouvant céder facilement de l'oxigène en ajoutant celui qui leur manquait pour saturer isolément le carbone et l'hidrogène, contribuaient sur-tout à opérer cette totale décomposition, et qu'ainsi on trouvait pour principes constituans des végétaux, l'hidrogène, le carbone et l'oxigène. L'union de ces trois corps primitifs présente dans les composés ternaires une espèce de combustible mixte en partie saturé d'oxigène : ce sont des espèces d'oxides à radicaux binaires, dans lesquels les trois principes qui se saturent réci-

proquement sont unis par des forces attractives qui se balancent de sorte à entretenir entre eux l'équilibre et le repos, qui constituent l'essence ou la nature intime des composés végétaux.

5. La différence de proportion entre ces trois principes fait varier et différer les uns des autres ces composés organiques, et de là découle la diversité de ce qu'on nomme les matériaux immédiats des végétaux, des mucilages, des acides, des huiles, etc.; mais les attractions qui tiennent ces trois corps simples unis entr'eux, sont susceptibles d'éprouver de grandes et fréquentes alternatives, de diminuer ou d'augmenter; de sorte que l'équilibre qui les rapproche est facilement rompu: aussi ces composés, plus compliqués que ceux qu'on trouve en général dans les minéraux, admettant entre leurs principes plus nombreux et en même temps moins rapprochés entr'eux un plus grand nombre et par conséquent une plus grande variabilité d'attractions, sont-ils beaucoup moins permanens, beaucoup plus sujets aux changemens qu'on ne le voit dans les fossiles. Le feu qui écarte les molécules des corps et diminue leur attraction, l'eau qui les pénètre et tend à les séparer, la fermentation qui tend également à les isoler, tout ce qui peut influer sur cette composition complexe, dont l'équilibre est si facile à détruire, rompt promptement le lien qui en tient les principes rapprochés, en fait varier la nature, les modifie sans cesse, mais finit toujours par les convertir dans les deux composés binaires, l'eau et l'acide carbonique, qui sont constamment les derniers résultats de tous les traitemens chimiques qu'on fait subir aux végétaux.

6. C'est ainsi qu'on peut concevoir les changemens multipliés qu'éprouvent les composés végétaux entre les deux termes extrêmes des altérations qu'on y fait naître par les différens modes d'analyse auxquels on les soumet. Depuis le moment où un agent quelconque appliqué à une matière végétale, commence à changer l'équilibre des forces attractives qui existaient entre leurs trois principes généraux constituans, l'hidrogène,

le carbone et l'oxigène, jusqu'à celui où cet agent les dissout entièrement en unissant l'un et l'autre des combustibles à l'oxigène en particulier, jusqu'à ce qu'on la réduise en eau et en acide carbonique, la matière végétale passe par un grand nombre de degrés intermédiaires de composition où le carbone est plus ou moins mis à nu ou emporté ; l'hidrogène devient également ou prédominant ou diminué ; l'oxigène est détaché avec une portion de l'hidrogène ou même du carbone, ou uni fixé en plus grande proportion qu'auparavant dans cette matière : aussi la voit-on se colorer, se ramollir, se fondre, se boursoufler, changer de saveur, de dissolubilité, devenir huileuse ou acide ; en un mot, prendre un grand nombre de modifications, dépendantes du changement de proportion et d'équilibre entre ses premiers principes.

7. Il faut donc considérer en général les matières végétales comme des composés au moins triples de carbone, d'hidrogène et d'oxigène ; comme des espèces d'oxides qui varient entr'eux au sortir du travail de la nature par la proportion primitive de leurs principes, d'une grande altérabilité dans cette proportion même, qui, par ce changement d'équilibre, fournissent dans les états divers qu'ils peuvent prendre, des inductions importantes au chimiste pour en concevoir la composition ; qui permettent souvent d'apprécier sur-tout cette proportion relative entre différens matériaux que l'on compare entr'eux, sur lesquels l'art agit, soit en diminuant, soit en augmentant cette proportion de certains principes, de sorte à les modifier et à les faire passer d'un état dans un autre, et à saisir ainsi en quelque sorte, à travers ces passages, la nuance de composition des substances qui l'éprouvent. Je ne dois énoncer ici que la généralité de ces principes ; les détails et les faits en quelque manière spécifiques qui en découlent, seront exposés dans les articles des ordres suivans.

8. C'est à la même considération sur la nature générale des composés végétaux, qu'il faut rapporter l'impossibilité où les

chimistes ont été jusqu'ici de faire de toutes pièces une matière analogue à celles que fournissent les plantes. On a bien vu dans quelques sections précédentes, et sur-tout dans la seconde, qu'il est possible d'unir le soufre, le phosphore et le carbone avec l'hidrogène ; que notamment cette dernière combinaison existe dans le gaz hidrogène carboné et dans les charbons ; mais lorsqu'on veut ajouter à ce combustible binaire l'oxigène qui serait nécessaire pour le rapprocher d'un composé végétal, ou l'union n'est pas possible, ou à mesure qu'elle se fait, le carbone et l'hidrogène se séparent l'un de l'autre et se combinent isolément avec l'oxigène : c'est même en cela, si l'on y réfléchit un moment, que consistent tous les phénomènes de l'analyse végétale. Il est bien permis à l'art chimique d'isoler et de détruire dans leur union les principes d'un composé végétal ; aussitôt qu'il agit sur ce composé, il commence par en changer l'équilibre ; et quelque légère que soit son action, elle tend à dénaturer la composition, à la faire autre, à la modifier en en détruisant tout-à-fait une portion ; mais il ne peut jamais augmenter en la laissant telle qu'elle est une matière végétale ; ses moyens, ses instrumens sont trop violens, trop pénétrans, trop prompts, et la nature seule s'est réservé jusqu'ici la puissance de créer, de reproduire, de former de toutes pièces avec les premiers élémens, des matières primitives des composés végétaux. Ce dernier objet, d'une grande importance, va recevoir le développement nécessaire dans l'article suivant.

ARTICLE IV.

Des résultats de l'analyse végétale en général, applicables à la formation naturelle des matériaux des végétaux pendant leur vie, et à leur altération après leur mort.

1. Puisque toutes les analyses les plus exactes ont appris que les matières végétales sont formées, dans leurs premiers principes, de carbone d'hidrogène et d'oxigène, auxquels sont ajoutés, mais dans quelques cas seulement et comme accessoires non indispensables, l'azote, le soufre, le phosphore, etc., il est de toute évidence que le problême de la formation naturelle de ces composés consiste à savoir où les végétaux puisent ces substances primitives, et comment ils se les approprient, les combinent ainsi trois à trois. Ce problême renferme à la vérité toute la physique végétale, et ce n'est pas dès les premières considérations auxquelles je me livre ici dans les articles formant une sorte d'introduction ou de préliminaire à l'analyse des plantes, que je puis, que je dois même le parcourir dans toute son étendue. Je ne veux encore ici que faire entrevoir le rapport intime qui existe entre les généralités même des connaissances relatives à l'analyse végétale, et les faits qui appartiennent à la végétation: c'est de ce seul objet que je dois m'occuper.

2. Ce que j'ai dit ci-dessus sur l'impossibilité où l'on est encore en chimie de fabriquer une matière végétale, quoiqu'il ne soit pas défendu d'espérer qu'on pourra y parvenir, et quoiqu'on l'ait peut-être fait même déja sans s'en douter, sur-tout relativement au mucilage, le plus simple peut-être des matériaux produits par les corps organisés,

ce que j'ai dit se rapportait nécessairement à la puissance créatrice ou formatrice dont jouissent les végétaux pendant leur vie. L'acte même de la végétation consiste à former pour leur propre développement, pour l'extension et la nourriture de leurs parties, les divers matériaux immédiats qui les constituent. Après avoir puisé par leurs racines et par leurs pores toujours ouverts, le calorique, l'air, l'eau, l'acide carbonique, le charbon même divisé que leur fournit le terreau chargé d'engrais naturels ou artificiels, les organes vasculaires et sur-tout utriculaires qui forment par-tout leur tissu s'approprient ces principes nourriciers, les décomposent, les recomposent et en opèrent, par une suite de phénomènes ou de forces chimiques, la combinaison ternaire, ou les compositions ternaires qui constituent leurs liquides et leurs solides, leurs matériaux immédiats.

3. Il suffit qu'on conçoive bien ici que la formation de ces composés végétaux est le produit des attractions chimiques qui s'exercent dans les instrumens organiques des plantes, et que l'on peut regarder tout ce qui se passe dans la végétation, sous le point de vue de la constitution chimique végétale, comme une suite d'opérations, d'analyses et de synthèses naturelles, dont la détermination, facile à saisir en général d'après la connaissance de ces composés organiques, dépend immédiatement de la manière qui a servi à expliquer la nature de ces mêmes composés. Il ne pourra plus rester de doute d'après cela sur l'influence que l'analyse chimique des végétaux doit avoir dans l'appréciation des phénomènes de la vie végétale, et lorsqu'on connaîtra en détail toutes les propriétés des matériaux de ces êtres, on verra quels grands services la chimie a déja rendus, et sur-tout combien on doit en attendre encore de l'application de la chimie moderne ou pneumatique à la physique des plantes.

4. L'exposé de la nature générale des composés végétaux n'est pas moins important pour faire connaître celle des

altérations diverses et multipliées qu'ils sont susceptibles d'éprouver après leur mort. On doit considérer en général la totalité de ces altérations comme la suite nécessaire de leur composition complexe et du jeu d'attractions multiples qui réagissent entre les divers principes constituans et primitifs qui les forment par leur réunion. Cet équilibre qui tient leurs élémens réunis, est si facile à troubler, et cette perturbation même est tellement ordonnée par la nature, entre tellement dans son plan d'économie, que c'est la route qu'elle fait tenir aux matières végétales, pour leur faire restituer, en quelque manière la portion de matière qu'elle avait prêtée à leur organisation, et pour la rendre au réservoir commun de sa circulation et de son emploi perpétuels. Ce caractère de destructibilité dépendant, comme je l'ai fait voir, du genre même de leur composition, est une des plus grandes différences qu'on puisse établir entre les matières végétales et les substances fossiles. Ces dernières restent toujours dans le même état, au moins de leur propre fait, ne sont altérables que par des causes et des accidens extérieurs; tandis que les premières contiennent en elles et à raison des attractions compliquées de leurs composans multipliés, un principe d'altération intime de destruction spontanée, dépendant de leur ordre de composition, et qui les empêche de demeurer long-temps dans le même état.

5. Les mêmes données générales sur la composition des matières générales répandent aussi le plus grand jour sur les arts qui s'occupent de ces matières. On a vu qu'on peut regarder comme appartenant à deux genres toutes les espèces d'analyses végétales : les unes en effet ne font qu'extraire, sans les altérer, les matériaux immédiats des végétaux; les autres les modifient, les changent, les altèrent, les décomposent plus ou moins fortement, soit au moment même où on les extrait des plantes, soit plus ou moins long-temps après qu'on les a extraits. Les arts qui s'exercent sur les matières

végétales, si l'on en excepte ceux qui ne les changent que de forme ou de dimension extérieure, ont également le double but ou de séparer quelques matières particulières des végétaux, pour les obtenir isolées et plus ou moins pures, ou de convertir les matières en de nouveaux produits modifiés et appropriés aux différens besoins de la société. Or dans l'un comme dans l'autre cas, ils se rapportent soit à la simple extraction, soit à la décomposition plus ou moins avancée des matériaux immédiats des végétaux. Ce coup-d'œil général doit suffire ici pour faire appercevoir le rapport qui existe entre les connaissances chimiques acquises sur les plantes, et les arts qui ont pour but de les faire servir au bien-être ou à la prospérité des hommes réunis en société. Les articles compris dans les ordres suivans donneront beaucoup plus de développement et d'extension à ces premières idées.

TROISIÈME ORDRE DE FAITS

SUR LES COMPOSÉS VÉGÉTAUX.

Des propriétés chimiques et caractéristiques des substances végétales en général.

ARTICLE PREMIER.

Généralités sur ces propriétés.

1. Les détails que j'ai donnés dans l'ordre précédent ne sont relatifs qu'à la composition des matières végétales en général. Ils font voir en quoi consiste cette composition ; ils offrent les idées adoptées et les faits trouvés par les dernières découvertes de la science sur la nature des composés végétaux. Après les avoir médités et bien connus, ils doivent conduire naturellement à rechercher les propriétés chimiques qui caractérisent ces composés, dont ils rendront l'exposition plus facile et la théorie plus lumineuse.

2. J'appelle propriétés chimiques des composés végétaux la manière dont ces composés privés de leur vie ou enlevés aux végétaux vivans se comportent avec les divers réactifs au contact desquels on les expose, les changemens qu'ils éprouvent et les nouveaux résultats qu'ils fournissent. On s'attend sans doute à trouver ici de grandes différences entre les matières organiques et les matières minérales ou fossiles. En général les premières, plus compliquées dans leur composition, sont

infiniment plus altérables par l'action de ces corps, et les altérations qui s'y montrent doivent être par la même raison plus multipliées, plus difficiles à saisir et à bien expliquer que celles qui ont été indiquées dans l'histoire de toutes les substances précédentes.

3. Comme on n'a point d'ailleurs traité encore cette partie nouvelle de la science avec l'étendue et les développemens convenables dans la plupart des ouvrages de chimie, et comme en général l'analyse végétale n'a pas reçu encore dans les livres élémentaires l'extension dont elle est susceptible, et qui est seule capable d'en faire bien concevoir l'état actuel, ainsi que d'en accélérer les progrès, j'ai cru devoir traiter des propriétés des composés végétaux en général avant de parler de celles de leurs matériaux immédiats en particulier. L'histoire de ceux-ci d'ailleurs y gagnera beaucoup de clarté, et n'exigera plus de nouveaux détails qui occasionneraient un grand nombre de redites.

4. Parmi les altérations qui constituent les effets des différens agens sur les composés végétaux, et qui déterminent les propriétés chimiques de ceux-ci, quoique toutes tendent à leur décomposition et finissent même par la produire complète ; il en est plusieurs qui ne sont que des espèces de conversion des unes de ces matières dans les autres, et c'est là un des caractères qui tient profondément à leur nature. On dirait en les considérant toutes sous ce point de vue qu'il n'y a qu'une seule substance végétale en général, susceptible d'une foule de modifications, de passages successifs, depuis son premier état, sa plus simple composition jusqu'à sa décomposition complète. Ainsi l'on est porté à croire que le mucilage est le premier composé végétal, celui qui est le moins éloigné des fossiles par sa simplicité, et que l'acide acéteux est dans ce genre le dernier terme de cette composition ; en sorte que lorsqu'on connaîtra bien la série des altérations ou des modifications successives que la

matière végétale peut subir, on pourra ranger dans cet ordre naturel tous les matériaux immédiats des végétaux, qui ne sont réellement que des transitions coordonnées et nécessaires du composé végétal d'un état à un autre, et dont il ne s'agit que de déterminer exactement les rapports et l'ordonnance naturelle.

5. C'est dans ce cadre de permutations remarquables qu'on doit ranger tous les changemens dont les substances végétales sont susceptibles, ou toutes les propriétés chimiques qui les caractérisent et qui ne sont que divers effets de ces changemens. De là vient que quelque différens que soient les agens ou les instrumens dont il faut se servir pour déterminer ces propriétés, ils se ressemblent tous dans leur action ultime ou la plus énergique, ou au moins ils ont entre eux, dans le mode de leurs effets, des rapports ou des analogies que je ne négligerai pas de faire connaître. Ainsi, tous les réactifs propres à dénaturer les matières végétales les modifient d'abord, leur font prendre différens états qui les séparent en différens composés moins compliqués qu'ils n'étaient d'abord; et tous finissent également par les réduire en dernier résultat à de l'eau et de l'acide carbonique.

6. Mais quoique cette analogie lumineuse pour bien concevoir les effets des réactifs, tienne à l'essence même du composé végétal, en observant que je ne considère ici toute la masse des matériaux des végétaux que comme un seul composé, que comme un genre de matière produite par le travail de la végétation, je suis obligé pour énoncer toutes les modifications que cette substance peut éprouver par les divers agens et qui constituent ses vraies propriétés chimiques, de partager celles-ci en autant d'effets particuliers qu'il y a de ces agens ou de ces instrumens susceptibles de faire bien reconnaître ces propriétés. Cette méthode aura l'avantage de ne rien laisser échapper d'important et de présenter la série régulière de toutes les modifications que peut prendre et que prend effectivement la matière végétale.

7. Je partage toutes les propriétés chimiques de la substance végétale en général, regardée ici comme un genre unique de composés, en sept phénomènes d'après le nombre des agens qui exercent leur énergie sur cette matière. Ces sept phénomènes auront le titre d'actions du feu, de l'air, de l'eau, des alcalis, des acides, des sels, des oxides et des dissolutions métalliques. En les parcourant toutes les unes après les autres, on reconnaîtra non-seulement le degré de précision que la science a déja acquis, mais encore l'élévation qu'elle peut encore espérer et le perfectionnement qu'elle doit atteindre.

ARTICLE II.

Des propriétés chimiques et des substances végétales traitées par le calorique.

1. Ayant ici à déterminer avec exactitude quels sont les changemens chimiques que le calorique produit dans le composé végétal en général, je dois distinguer ceux qu'il lui fait éprouver suivant les différentes proportions de son accumulation, ou suivant les degrés de température. Quatre phénomènes se présentent ici et doivent être séparément examinés; l'un est l'épaississement ou le dessèchement; l'autre répond à ce qu'on nomme distillation au bain-marie; le troisième est la coction ou cuisson; et le quatrième la dissolution totale des principes, soit dans des vaisseaux fermés, soit dans des appareils ouverts. Les trois premiers ne sont que des décompositions partielles ou de simples changemens, des modifications; le dernier est la décomposition complète.

2. Personne n'ignore, que quelque douce que soit la température, quelque modérée ou légère que soit la quantité de

calorique que l'on accumule dans une matière végétale, liquide ou solide, elle change peu à peu de nature, à la vérité dans un temps plus ou moins long, et dans un degré plus ou moins faible : c'est ainsi que, par la chaleur d'une étuve, les liquides végétaux s'épaississent, se foncent en couleur, prennent de la viscosité, de la consistance et même un état véritablement solide. Ainsi les sucs deviennent concrets et colorés ; ainsi celui des têtes de pavot forme l'opium ; de blanc et très-liquide qu'il étoit il devient brun rougeâtre et solide. Il en est de même du suc d'aloës, de celui de l'euphorbe. Ce n'est point cependant, comme on l'a cru, une simple évaporation de l'eau qui produit cet effet ; ce n'est point un simple épaississement qui a lieu même sans le contact de l'air : déja quelques-uns des principes ont réagi les uns sur les autres ; déja l'équilibre de la composition végétale a subi quelques dérangemens, et une petite portion de l'hidrogène s'étant échappée avec l'eau, la matière est un peu plus carbonée, et par conséquent un peu plus colorée qu'elle n'était.

3. Les parties solides et fraîches des végétaux, quand on veut les dessécher, leur enlever l'eau de verdeur qui en amenerait l'altération, et les conserver ensuite sans altération dans leur état de sécheresse, éprouvent quelque chose de semblable, soit qu'on en confie la dessiccation aux rayons du soleil dans une saison et sous un ciel convenables, soit qu'on l'opère par la chaleur artificielle des poêles et des étuves. Voyez ce qui arrive au tissu délicat des fleurs, au tissu plus solide des feuilles, au corps plus solide encore des écorces, des tiges ou des racines. Leur couleur se passe ; et si elle se conserve dans les plus exaltées, elle se fonce et s'altère sensiblement ; leur organisation se détruit ; à mesure que l'eau s'en dissipe, une matière odorante plus ou moins sensible s'en échappe en torrens invisibles, mais très-reconnaissables ; les animaux la fuient ou la recherchent suivant sa nature ; l'air en est souvent altéré. Si la dessiccation est trop forte ou

trop longue, non seulement la matière végétale est devenue inodore, brune ou fauve, sèche et cassante, souvent peu ou point sapide ; mais en l'examinant de près vous la trouverez presque brûlée, et fort altérée ; quelquefois même elle ne peut plus remplir les usages auxquels on l'avait destinée.

4. La distillation au bain-marie produit un tout autre changement que celui qu'on lui a attribué jusqu'ici : sans doute elle dégage l'eau toute formée dans les substances végétales et la réduit en vapeur ; mais ce n'est pas seulement cette eau contenue et existante toute formée qui s'élève, il s'en forme une portion plus ou moins grande par la tendance que l'hidrogène a pour s'isoler avec l'oxigène. Le carbone, qui prédomine bientôt, colore en jaune fauve ou en brun clair la substance végétale. Il est vrai que la température douce que ce mode de traitement procure ne donne qu'une petite quantité de ce produit ; mais cela suffit pour changer sensiblement la matière organique ; et quand elle l'a subi, elle n'est plus exactement la même qu'elle était auparavant. Avec cette eau, en partie contenue et en partie formée par la distillation au bain-marie, il se sublime une matière odorante que l'on a cru long-temps être un principe végétal particulier, désigné par les noms d'*esprit recteur*, d'*arôme* ; mais j'ai prouvé, par un travail particulier que je développerai à l'article de la transpiration végétale, qu'il n'y avait point de principe aromatique proprement dit ; que toute matière, quelle qu'elle fût, avait une odeur déterminée quand elle était volatile ; que tout ce qui s'échappait en vapeur des corps qu'on soumettait à l'action du feu se présentait avec ce caractère odorant ; que le plus souvent c'était de l'huile volatile dissoute dans l'eau qui le constituait, mais que ce pourrait être aussi un peu de matière extractive, du mucilage, quelque substance gazeuse.

5. J'ai distingué comme un phénomène ou un produit particulier du feu la coction ou la cuisson des végétaux, parce que les chi-

mistes n'ont point encore fait une attention assez grande à ce singulier changement, l'un de ceux cependant qui sont le plus connus et les plus utiles aux hommes. On sait que quand on expose à une chaleur sèche plus ou moins long-temps continuée, soit immédiatement sur le feu des foyers, soit dans les cendres chaudes, une matière végétale solide et ordinairement un peu succulente, un fruit pulpeux, parenchymateux, une tige, une racine tubéreuse : ces corps, pénétrés de calorique, s'attendrissent, se ramollissent, deviennent plus faciles à broyer qu'ils n'étaient, prennent une saveur douce, quelquefois sucrée, au lieu d'une saveur fade ou même austère qu'ils avaient d'abord, et sont ensuite beaucoup plus agréables, comme aliment, à l'homme et même à plusieurs animaux, en même temps qu'ils sont plus faciles à digérer. N'est-il pas évident pour celui même qui a le moins étudié cette partie de la philosophie naturelle, qu'il se passe un changement notable dans la substance végétale ainsi cuite et devenue pulpeuse, molle et douce; qu'il s'y est formé de l'eau, de la matière sucrée par une nouvelle combinaison de ses principes, et que la cuisson est un de ces passages de composition qui se rapprochent beaucoup de la maturation ou de la germination. Quant au grillage de quelques autres matières végétales sèches, grillage qu'on appelle quelquefois aussi cuisson, comme celui des graines céréales, des marrons, des farines, des fécules, du pain, il est bien évident que la couleur rousse, la propriété cassante et la saveur un peu âcre que ces matières contractent sont le produit d'une altération plus profonde et plus forte qu'elles éprouvent et qui ressemble à ce qui arrive dans le commencement de la distillation violente et à feu nu, dont je vais parler. Le grillage du café est le premier terme d'altération qu'une matière végétale sèche puisse éprouver, avant sa décomposition totale, dans les opérations économiques qu'on fait subir aux végétaux usuels.

6. Lorsqu'on expose une substance végétale sèche à une chaleur au-dessus de celle de l'eau bouillante dans des vaisseaux fermés, dans un appareil composé d'une cornue de grès, de fer, ou de verre dur, et lutée au dehors pour qu'elle puisse résister au feu, d'un récipient de verre muni d'un tube de sûreté, et terminé par un tube plongeant sous des cloches pleines d'eau; et si on donne à cet appareil une chaleur graduée jusqu'à faire rougir le fond de la cornue: alors la matière végétale est entièrement décomposée, ses principes isolés réagissent tous les uns sur les autres; on obtient une suite de produits gazeux liquides ou même solides qui n'existaient pas dans cette matière, et il reste un charbon retenant la forme et même l'organisation primitives quand la matière était solide, ou plus volumineux et autrement configuré qu'elle quand la matière était fusible. Quoique ces produits diffèrent réellement plus ou moins les uns des autres, suivant la diversité des substances végétales qui les fournissent, et qu'il y ait nécessité de bien distinguer les produits des gommes, par exemple, de ceux des huiles, des extraits, des bois, comme je le ferai voir dans l'ordre de cette section qui suivra celui-ci; il y a cependant au sein de cette diversité même, une généralité d'altération identique qui tient à la nature de la composition végétale, et qui doit être considérée ici, dans son ensemble, comme propriété caractéristique de ce genre de composé. La manière dont la doctrine pneumatique est parvenue à connaître le genre et la cause de cette altération est un des plus beaux résultats de la révolution chimique, et une des plus ingénieuses théories que l'on possède aujourd'hui. Elle explique tout ce qu'il y avait d'obscur et d'incertain dans les procédés des chimistes; elle fait voir comment ils ont été induits en erreur, comment se forment les matériaux nouveaux qu'on obtient, comment, dans la formation même de ces matériaux, on peut puiser une connaissance assez exacte de la nature et de la composition primitive des substances végétales.

7. Pour bien concevoir les changemens remarquables des matières végétales par l'action d'un feu violent, il faut se rappeler que ces matières sont composées de trois principes primitifs, l'hidrogène, le carbone et l'oxigène, unis tous trois ensemble, et se maintenant dans leur équilibre de combinaison ternaire à la température commune, à cause de l'attraction égale qui existe entre eux. Mais lorsque la température s'élève, lorsque le calorique, pénétrant la masse de ce composé, en écarte les molécules, alors l'attraction qui les tient réunis s'affaiblit, elles tendent à se séparer ; et si la chaleur n'est que peu supérieure à celle de l'eau bouillante, l'hidrogène et l'oxigène, séparés en partie du carbone, se combinent et forment de l'eau qui se dégage ; une portion de l'hidrogène s'unit à une certaine quantité de carbone, forme un composé huileux qui se volatilise : et c'est ainsi que le phlegme et l'huile, les deux premiers produits qui se séparent d'une matière végétale mise en distillation au degré supérieur de l'eau bouillante, n'étaient pas tous contenus dans cette matière, et doivent être regardés comme des productions du feu. A la même époque où ces deux composés se forment, il se produit de même plusieurs acides végétaux qui n'existaient pas davantage dans la matière végétale, et qui sont dus à la combinaison d'une partie de carbone d'hidrogène et d'oxigène dans une proportion particulière ; l'acide pyromuqueux et l'acide pyroligneux sont les plus connus de ces acides empyreumatiques, quoiqu'il soit permis de croire qu'il y en a plusieurs autres encore inconnus qui se composent ainsi par l'action du feu. A mesure que ces nouvelles combinaisons s'opèrent à la température que j'ai indiquée, il reste du carbone, qui, ne pouvant pas entrer dans ces combinaisons à cause de sa surabondance relative à l'hidrogène et à l'oxigène, retient quelques-unes des matières fixes, sur-tout des sels et des terres contenus dans la même substance organique, absorbe une portion d'oxigène et forme un charbon qui reste dans la cornue.

8. Mais lorsqu'on applique aux substances végétales une

chaleur beaucoup plus forte que celle de l'eau bouillante, et telle que la cornue devienne rouge ; alors il ne se forme plus d'eau, parce qu'à cette température le carbone ayant plus d'attraction pour l'oxigène que n'en a l'hidrogène, c'est plutôt de l'acide carbonique qui se produit ; de même la portion d'eau qui s'était formée avant cette forte chaleur, est décomposée à cette seconde époque par le carbone rouge, et forme de l'acide carbonique : alors l'hidrogène devenu libre se dégage fondu par le calorique en fluide élastique et dans l'état de gaz hidrogène carboné ; alors aussi il ne se forme plus d'huile, et celle qui s'était formée et qui était restée dans la substance végétale est décomposée. Voilà ce qui arrive à la fin des distillations végétales à la cornue, et telle est la raison qui fait qu'à cette époque la température étant fort élevée, il y a un boursouflement considérable dans celles de ces matières qui sont fusibles. Alors le dégagement abondant du gaz acide carbonique et du gaz hidrogène carboné soulève toute la masse, et remplit les récipiens d'une fumée grise, en raison de la portion de carbone que ce dernier gaz très-chaud enlève avec lui et dont il commence à déposer une partie dans le haut de l'appareil, dès le premier degré de refroidissement que ce gaz éprouve. L'action du feu ne s'appaise que lorsqu'il n'y a plus d'hidrogène ou d'oxigène dans la matière mise en distillation, et lorsque le charbon qui en est le résidu se trouve rester seul et sans matière volatile.

9. Suivant la rapidité et la force de la chaleur que l'on emploie dans cette opération, on obtient à volonté l'un ou l'autre des deux genres de phénomènes et de produits, qui dépendent en effet de la différence de température à laquelle on fait cette distillation d'une matière végétale. Le premier genre de phénomène est caractérisé par la formation de l'eau, de l'huile et des acides liquides ; le second, par le dégagement du gaz acide carbonique et du gaz hidrogène carboné. On est le maître de décomposer ou d'altérer la matière organique de

l'une ou de l'autre manière, de la changer dans les uns ou les autres de ces nouveaux composés : ainsi, par cette altération diverse dont on est l'arbitre, on prouve très-bien en quoi consiste véritablement l'action du feu sur les végétaux.

10. Je ne parle point ici d'un produit de la distillation à feu nu ou d'une forte décomposition due à la chaleur, que l'on obtient beaucoup plus rarement et beaucoup moins constamment que les précédentes, de quelques substances végétales seulement, parce que ce n'est qu'une espèce d'accessoire des premiers, et parce que ce produit constant dans la distillation des matières animales ne se forme que dans celles des substances végétales qui se rapprochent des premières : c'est l'ammoniaque. On ne l'observe que dans celles de ces substances qui contiennent de l'azote parmi leurs principes, et qui par cette addition se compliquent tellement, que depuis long-temps les chimistes les ont nommés *végéto-animales;* il en sera question dans la section suivante.

ARTICLE III.

Des propriétés chimiques des substances végétales traitées par l'air.

1. Il était impossible aux chimistes de concevoir et d'expliquer les effets de l'air sur les substances végétales qui y sont exposées, après avoir cessé de vivre ou de végéter, à l'époque où ils ne connaissaient ni la constitution de l'air ni la composition générale de ces substances. Ils avaient bien pu observer quelques-unes des altérations qu'elles éprouvent, celles sur-tout qui sont les plus saillantes et les plus remarquables, sans pouvoir ni saisir exactement en quoi elles consistaient, les vrais

changemens arrivés dans la composition de ces substances, ni déterminer la part que le contact de l'air y avait. Ils avaient bien vu que les matières végétales se coloraient, se desséchaient, ou se fanaient, ou se décomposaient, quand ces effets étaient assez prononcés pour être bien manifestés et bien reconnaissables ; mais ils ne savaient ni si les mêmes phénomènes avaient lieu dans des vases fermés, ni pourquoi et en quoi l'atmosphère contribuait à les faire naître. Encore, quand on compare le peu de notions que possédait à cet égard la chimie ancienne, même sur les plus fortes de ces altérations, on voit bientôt que la plupart des faits qui les concernent leur avaient échappé, et qu'il était même très-naturel qu'ils n'y eussent fait presqu'aucune attention : aussi, avant l'établissement de la doctrine pneumatique, avant les données de Lavoisier et du citoyen Berthollet, n'avait-on rien dit sur les propriétés chimiques des matières végétales dépendantes de l'air. Les livres élémentaires, écrits même depuis cette époque, ont traité beaucoup trop légèrement cet objet.

2. Pour ne rien omettre de ce qui tient à ces propriétés chimiques tirées de l'action de l'air sur les substances végétales, je les décrirai, ou plutôt je les énoncerai ici comme formant six phénomènes bien distincts.

a. — Le premier aura pour objet l'absorption d'un principe de l'air par ces substances.

b. — Le second, la précipitation et la concrétion qui suivent dans les liquides végétaux cette absorption de l'un des matériaux de l'atmosphère.

c. — Le troisième comprendra la coloration que ces substances éprouvent.

d. — Le quatrième, le genre de combustion auquel on peut rapporter cette propriété chimique en général.

e. — Le sujet du cinquième phénomène sera le changement que l'air lui-même éprouve de la part des substances végétales, à mesure que son contact leur fait éprouver les quatre premiers.

f. — Enfin je rangerai dans le sixième et dernier phénomène

l'espèce de décomposition plus ou moins lente que les matières végétales subissent par le contact de l'air atmosphérique.

Cette division en six phénomènes, en fixant particulièrement l'attention des chimistes sur chaque espèce d'altération que l'air apporte dans les composés végétaux, aura spécialement l'avantage de ne rien omettre de ce qu'il est essentiel de connaître sur ce genre de propriétés chimiques; et si cette partie n'est pas aussi avancée qu'il serait à desirer qu'elle le fût, au moins elle paraîtra très-propre à exciter toute l'attention des savans, et à les engager à étudier, plus qu'ils ne l'ont fait encore, ce genre d'action qui mérite de les occuper, et de faire l'objet de plus profondes recherches que celles auxquelles elles ont donné lieu jusqu'ici.

3. C'est un fait connu dans l'immense série des expériences pneumatiques qu'on a tentées depuis plus de vingt ans, que lorsqu'on expose une matière, et spécialement une liqueur végétale au contact de l'air dans un vaisseau qui puisse servir à mesurer exactement le volume, et permettre aussi d'examiner l'altération que l'air a pu saisir, il y a une absorption plus ou moins sensible, une diminution de volume plus ou moins marquée. Quand on examine par les moyens eudiométriques quelle est la partie de l'air qui est absorbée, on trouve que c'est du gaz oxigène, et que ce qui reste de l'air est plus ou moins méphitique, plus ou moins surchargé de gaz azote. Presque tous les liquides végétaux ont cette propriété; elle est cependant plus marquée dans quelques-uns, tels que les sèves, les sucs d'herbes, les huiles, les extraits dissous dans l'eau, etc.; quelques liquides végétaux l'opèrent même d'une manière si forte qu'ils sont très-écumeux ou très-mousseux par l'agitation. Il faut bien prendre garde de confondre ceux qui moussent à raison d'un gaz qui s'en dégage, avec ceux qui se couvrent d'une écume mousseuse en raison de l'absorption. Les premiers présentent ce phénomène sans le contact de l'air; les seconds opèrent un vide dans les vases en partie pleins, où l'on agite

ces liquides ; il est vraisemblable même que l'on trouvera par la suite quelques matières végétales assez avides d'oxigène atmosphérique pour agir eudiométriquement sur l'air.

4. A mesure que les substances végétales liquides ou dissoutes exposées à l'air en absorbent l'oxigène, elles se troublent, déposent des flocons qui se précipitent, ou se couvrent de plaques concrètes dont elles ne montraient pas auparavant les plus légères traces. C'est ainsi que les huiles se concrètent à leur surface ou dans leur intérieur même par l'absorption de l'oxigène, comme l'a découvert et bien prouvé le citoyen Berthollet. C'est ainsi que j'ai découvert que les sucs exprimés et clarifiés des plantes, lorsqu'on les laisse quelque temps à l'air, se remplissent de flocons concrets qui nagent dans leur liqueur, et qui se déposent au bout de quelques heures ; ce qui ne leur arrive pas dans des vaisseaux bien fermés et bien pleins ; il en est de même des décoctions de matières végétales sèches, de bois, d'écorces et de racines, qui se troublent par le contact de l'air, et qui laissent ensuite précipiter des poussières, ou des masses filantes et épaisses indissolubles, ou des flocons irréguliers. J'ai spécialement fait voir qu'il s'en formait beaucoup dans les décoctions de quinquina qu'on avait fait bouillir long-temps, et qu'elles perdaient ainsi la plus grande partie de leurs vertus. C'est donc une des propriétés chimiques bien caractérisées des matières végétales de se concréter ainsi par l'oxigène atmosphérique qu'elles absorbent, de former des produits oxigénés qui se précipitent des liquides, et qui sont devenues indissolubles ou beaucoup moins dissolubles qu'ils ne l'étaient auparavant.

5. La coloration des végétaux par l'air est un des phénomènes les plus connus et les plus constans ; personne n'ignore en effet que les racines blanches de salsifis, les pétioles blancs de cardon d'Espagne, de poirée, le brou de la noix, la chair des fruits à pépins, etc., exposés pendant quelque temps à l'air, y prennent des nuances de fauve, de brun et même de noir, dont on cherche même à les garantir pour

leur conserver la blancheur qui plaît dans les alimens. Les couleurs que prennent quelquefois si rapidement quelques espèces de vins blancs dans des bouteilles en vidange sont encore la preuve fréquente de l'existence de cette coloration; on peut y ajouter la coloration des peaux de fruits, celle des feuilles qui deviennent vertes foncées, des écorces qui brunissent, des fleurs qui ne se teignent qu'en s'épanouissant, et qui, presqu'incolores sous l'enveloppe calicine où elles sont repliées, s'enrichissent de toutes leurs nuances quand elles s'ouvrent dans l'atmosphère; mais ces phénomènes étant compliqués avec ceux de la végétation pendant laquelle ils ont lieu, je ne dois faire mention ici que de ceux qui appartiennent aux matières végétales privées de la vie. J'ai étudié avec soin, et décrit dans les Annales de chimie, tome V, l'influence du gaz oxigène atmosphérique sur la coloration des substances végétales. Frappé de la belle couleur bleue que prend l'indigo dans l'air, après être sorti vert des cuves de teinture, de la noirceur contractée par les matières engallées et par l'encre dans l'air, des teintes ou brillantes ou foncées que présentent toutes les plantes cryptogames lorsqu'elles s'altèrent et se décomposent dans l'atmosphère, de tout ce qui se passe dans la teinture et la peinture, relativement à l'emploi qu'on y fait des substances végétales, ainsi que des phénomènes de coloration que je viens de citer dans les diverses parties des plantes vivantes, j'ai porté spécialement mes recherches sur les infusions et sur les décoctions, et sur-tout sur celles des écorces et des bois jaunes ou rouges; j'ai observé qu'exposées à l'air, elles se recouvraient d'une pellicule grenue qui passait successivement par les nuances de brun noir, de brun pourpre, de rouge marron, d'orangé et de jaune; qu'à ce dernier état, la coloration par l'air était fixée et devenue peu ou point altérable; qu'avant la coloration en fauve ou en jaune, qui en est le dernier terme, la matière végétale passait par diverses nuances qui restaient stationnaires et fixes, suivant différentes

proportions d'oxigène : j'ai prouvé que ces nuances étaient vraiment dues à la fixation de l'oxigène, en les imitant par l'addition de diverses doses d'acide muriatique oxigéné à ces décoctions : j'ai obtenu spécialement de la décoction de quinquina cinq à six couleurs plus belles, plus riches et sur-tout plus solides que les lacques ordinaires dont je parlerai plus bas. J'ai tiré de tout mon travail sur cet objet les résultats généraux suivans : *a.* l'oxigène combiné aux matières végétales en change la couleur ; *b.* les proportions de ce principe font varier les nuances ; *c.* ces nuances suivent une espèce de dégradation depuis la couleur la plus foncée jusqu'à la plus claire ; *d.* les rouges, les pourpres, les violets, les marrons, les bleus végétaux doivent leur nuance à des quantités diverses d'oxigène ; *e.* la saturation complète par ce principe donne le jaune ou le fauve, la plus durable de toutes les couleurs végétales ; *f.* le changement de couleur par l'absorption de l'oxigène est suivi du changement de nature, et les matières végétales qui l'éprouvent deviennent moins dissolubles dans l'eau, et plus ou moins huileuses ou résineuses.

6. Outre la concrétion et la coloration qu'on observe dans les matières végétales exposées à l'air, et qui sont dues à la fixation d'une portion plus ou moins considérable d'oxigène atmosphérique ; ces matières éprouvent une combustion lente et une altération dans leur composition qui a été très-bien déterminée par les expériences du citoyen Berthollet. Aux températures basses auxquelles les substances végétales sont exposées dans ce genre d'expériences, l'hidrogène a plus d'attraction pour l'oxigène que n'en a le carbone ; aussi l'hidrogène, principe de ces substances, tend-il à s'en dégager, et s'en sépare-t-il réellement, molécule à molécule, de manière à brûler peu à peu avec l'oxigène atmosphérique, et à former de l'eau : de là les gouttes de ce liquide qui tapissent les parois des récipiens où l'on expose ainsi dans d'assez grands volumes d'air les fruits hachés, les copeaux de bois dont on

veut déterminer l'altérabilité par l'air. A proportion que cet hidrogène s'exhale et brûle lentement dans l'air, la quantité du carbone qui en fait un des principes augmente et colore la substance végétale d'autant plus sensiblement que cette augmentation est plus forte. C'est ainsi que le citoyen Berthollet a expliqué la couleur brune que prennent les bois par leur exposition à l'air. On connaît bien cet effet dans le bois de chêne, dans celui de noyer; il est bien plus prononcé encore dans le bois d'acajou, qui, du rose tendre ou d'une couleur de chair pâle, passe au brun noir: on sait que cette altération, produit d'une lente combustion de l'hidrogène et de la séparation du carbone, n'a lieu qu'à la surface, puisqu'à mesure qu'on enlève ou qu'on découvre cette surface, on retrouve au-dessous une couleur beaucoup moins foncée, qui doit à la vérité passer à son tour à cette nuance lorsqu'on la laissera quelque temps exposée à l'air.

7. Il est essentiel encore, pour mieux apprécier ce qui arrive aux matières végétales pendant les changemens qu'elles éprouvent par le contact de l'air, de déterminer en même temps le changement que celui-ci éprouve lui-même, et cette détermination doit conduire également à reconnaître ce qui se passe dans ces matières, ou la véritable nature de leurs propriétés chimiques. L'air qui a été laissé quelque temps en contact avec les matières végétales se trouve privé d'une partie de son oxigène, et on le détermine par les procédés eudiométriques. Il arrive même bien souvent dans les circonstances de la vie sociale qu'il n'est pas nécessaire d'avoir recours aux expériences d'eudiométrie pour reconnaître cette altération qu'éprouve l'air de la part des végétaux. Les lieux resserrés où ces matières sont accumulées deviennent constamment dangereux pour les animaux; on a vu bien des fois des hommes asphixiés dans des salles étroites ou resserrées, où l'on faisait sécher une grande quantité de fleurs, de feuilles ou de tiges, où l'on avait entassé des masses de foin, de fruits. Outre la matière

odorante due à la volatilisation de quelques-uns des principes des plantes ou de leurs parties, l'altération souvent pernicieuse de l'air se montre ici sous trois aspects, ou produite par trois autres causes agissant à la fois. L'une est l'absorption d'une portion de son oxigène, et j'en ai déja parlé ; l'autre consiste dans la combustion de l'hidrogène, que j'ai développée dans le numéro précédent ; et la troisième, dont il me reste à dire un mot ici, doit être rapportée à la formation d'une certaine quantité de gaz acide carbonique. Celle-ci, dont on peut déterminer l'influence et la somme par les alcalis fixes et l'eau de chaux, annonce que l'hidrogène n'est pas le seul principe combustible dégagé des matières végétales par leur exposition à l'air ; qu'en s'exhalant de ces matières, il entraîne avec lui une petite quantité de carbone, qui, extrêmement divisé par cette dissolution aériforme, brûle, ou en même temps que l'hidrogène, ou immédiatement après, comme cela a lieu dans les poumons des animaux. Ainsi l'air, au dernier terme de son altération par les matières végétales mortes, peut être privé entièrement de son oxigène, contenir une grande proportion d'eau dont la plus grande partie ne pouvant pas être tenue en dissolution se précipite ; être chargé d'une portion de la matière végétale en vapeur qui lui donne une odeur plus ou moins forte et d'acide carbonique ; offrir même une température plus élevée que l'atmosphère par la double condensation qu'éprouve son gaz oxigène, soit en s'unissant à l'hidrogène, soit en se combinant avec le carbone. Ainsi ces divers effets, si bien appréciés par la doctrine pneumatique, jettent le plus grand jour sur les altérations même des matières végétales par l'air.

8. Personne n'ignore qu'outre les cinq effets, ou plutôt qu'à la suite des diverses altérations que je viens de faire connaître, et qui caractérisent les propriétés chimiques des substances végétales par rapport à l'action que l'air exerce sur elles ou qu'elles exercent sur l'air, elles finissent par se dé-

composer plus ou moins lentement et complétement ; elles éprouvent une analyse qui en sépare peu à peu tous les principes volatils, et en rassemble les élémens fixés sous la forme d'un résidu terreux ou plutôt d'apparence terreuse ; que c'est ainsi que la nature, en se servant de l'air comme d'un réservoir et d'un instrument à la fois, détruit, à l'aide du temps, les tissus les plus solides des arbres antiques, comme les machines les plus frêles et les plus délicates des plantes annuelles, qu'elle rend à la circulation générale des êtres les principes qu'elle avait cédés pour quelque temps à ces corps organisés. Mais comme cet effet d'analyse spontanée, de destruction naturelle et lente, se complique des actions du calorique et de l'eau avec celle de l'air; comme il donne lieu à des résultats divers et très-importans à considérer en particulier; comme enfin il doit être compris et traité en particulier dans cette section, dans l'ordre de faits qui suivra celui destiné à l'examen des matériaux immédiats des plantes, je ne ferai que l'énoncer ici pour rendre seulement plus complet et plus méthodique le tableau des altérations que les matières végétales subissent, ou des propriétés chimiques qu'elles présentent, par l'action et le contact de l'air. Je le reprendrai, et je l'exposerai avec plus de développemens dans l'ordre cinquième de cette section, consacré à l'examen des altérations dont les composés végétaux sont spontanément susceptibles.

ARTICLE IV.

Des propriétés chimiques des substances végétales traitées par l'eau.

1. Si j'ai déja considéré ci-dessus l'eau comme un moyen d'analyse, agissant sur les matières végétales, et servant à

en séparer quelques-uns des matériaux qui les constituent ; si j'ai déja fait remarquer qu'on pouvait l'employer comme instrument de cinq manières différentes, par macération tranquille, par macération agitée, par infusion, par digestion, par décoction, moyens auxquels on peut ajouter encore celui de la distillation, je n'ai point eu alors pour but d'examiner avec le soin convenable les changemens ou les propriétés chimiques que ces matières peuvent éprouver par l'action de l'eau, mais seulement le mode général de cet agent et l'influence qu'il pouvait avoir sur la séparation des principes des plantes.

2. Ici se présente une autre vue, un autre genre de considérations non moins importantes, et bien plus profondes que celle qui avait rapport à l'analyse végétale en général. Il faut déterminer avec précision tous les effets que l'eau produit sur les composés végétaux, les diverses altérations qu'elle leur fait subir, et d'après cela les propriétés chimiques qu'elle y montre. En rapprochant tous les phénomènes que l'eau, employée dans les divers procédés indiqués plus haut, fait naître dans les végétaux ; en comparant entre eux tous les effets qui en résultent dans leur composition, je trouve qu'on peut les réduire à huit bien distincts, et qu'il faut examiner en particulier pour en bien apprécier le rapport avec les propriétés chimiques de ces corps organisés.

3. Ces huit phénomènes semblent se suivre les uns les autres dans l'ordre et suivant la disposition que je vais tracer.

a. L'absorption et le ramollissement.

b. La séparation mécanique des parties.

c. La fusion ou l'isolement de quelques matériaux immédiats.

d. La dissolution de quelques autres.

e. L'union nouvelle ou le mélange de ceux de ces principes immédiats simultanément dissous.

f. L'altération qu'ils éprouvent soit par l'action de l'eau, soit par celle qu'ils exercent naturellement les uns sur les autres.

g. La cuisson ou l'effet compliqué de la coction des végétaux dans l'eau.

h. Enfin la décomposition totale, qui est le terme de l'action de l'eau, et la fin des propriétés chimiques que les matières végétales présentent par son influence.

Il faut remarquer toutefois que ces phénomènes ne sont jamais le produit de l'action de l'eau seule sur les matières végétales; que le calorique y influe plus ou moins suivant la température à laquelle on élève l'eau qui y est employée; que puisqu'en prenant même de l'eau froide, mais liquide, elle tient une proportion abondante de ce principe, il est évident qu'il entre toujours pour quelque chose dans cette action.

4. Le premier effet de l'eau n'est ignoré d'aucun homme, et a lieu dans toute matière végétale qu'on imprègne de ce liquide, qu'on y tient plongée, ou qui existe même dans l'air lorsque l'eau s'en précipite; cette matière l'absorbe, s'en laisse pénétrer, l'admet de toutes parts entre ses lames, entre ses couches, ses fibres ou ses molécules; celles-ci alors s'écartent, se gonflent; il en résulte une augmentation de volume, un changement de forme, un alongement qu'on emploie dans une foule d'arts, et qui y remplissent, comme l'on sait, plusieurs conditions utiles. Cet effet n'est pas seulement celui de la succion et des tuyaux capillaires, comme l'ont dit les physiciens dans leurs explications mécaniques; il n'aurait point alors de rapports avec la chimie et ne devrait pas être compté parmi les propriétés que cette science doit examiner dans les végétaux. Mais il n'est pas borné à une force physique; il suit la loi des attractions chimiques, et voilà pourquoi les substances végétales diffèrent même dans la manière dont elles absorbent l'eau, dont elles s'en laissent pénétrer, dans la quantité qu'elles en absorbent, dans

la somme d'augmentation de volume qu'elles en éprouvent, et sur-tout dans l'adhérence que l'eau contracte avec elles. Ainsi différens métaux bien trempés dans l'eau pendant le même temps y augmentent diversement de poids et de volume et se dessèchent ensuite diversement.

5. Quand des matières végétales ont resté quelque temps plongées dans l'eau, celles dont le tissu est le plus délicat, non seulement se pénètrent d'une plus grande quantité de ce liquide, mais éprouvent encore, par l'effet de l'écartement de leurs lames ou de leurs fibres, une séparation, une espèce de dissection qui en détache des lames ou des filets : de sorte que ceux-ci se précipitent ou se déposent au fond de ce liquide, dont ils troublent la transparence en y restant quelque temps suspendus. Il résulte de cette action, qui tient encore à l'affinité des molécules végétales pour celles de l'eau, une désorganisation des premières, bientôt suivie d'une altération plus profonde, d'une décomposition plus intime, ou d'un changement de nature dont la première séparation a été la source. Ce n'est pas seulement sous la forme furfuracée de lames, de feuillets ou de filamens, que l'eau détache ainsi par un long séjour les différens matériaux des végétaux; souvent cette séparation qui a lieu en raison de l'attraction différente des matériaux immédiats des plantes pour le liquide, s'opère en offrant des substances molles, pultacées, muqueuses, floconeuses, gélatineuses, qui filent dans la liqueur, ou qui se déposent en couches diverses; mais alors cette séparation est déja accompagnée d'une altération assez grande de ces mêmes matériaux, et elle appartient à un des effets subséquens.

6. Quand on emploie l'eau bien chaude pour traiter les végétaux, la température élevée et sur-tout continue aidant l'action de l'eau la fait pénétrer plus profondément le parenchyme et le tissu organique des plantes; et ce liquide, devenu plus actif, divise, ramollit et fond entièrement ceux

des matériaux immédiats qui sont susceptibles de ce changement d'état : de sorte que, sans se combiner avec l'eau qui en repousse même l'union, ces matériaux sont cependant isolés du végétal, et se présentent seuls avec les propriétés qui les caractérisent. Ainsi lorsqu'on fait bouillir longtemps des racines ou des écorces dans l'eau, on voit à la surface de la liqueur des gouttes d'huile qui nagent sans se mêler au liquide. La résine, la gomme-résine, et plusieurs autres matériaux immédiats des végétaux se comportent de la même manière, et la séparation de ces matériaux contribue à l'analyse des plantes ou des parties des plantes qu'on y soumet.

7. En même temps que ces trois premiers effets de l'eau ont lieu, ou après qu'ils ont eu lieu, ce liquide enlève aux végétaux ceux des matériaux qui y sont dissolubles ; et, suivant que ceux-ci sont plus ou moins nombreux, ou plus ou moins abondans, l'eau en enlève une proportion différente et favorise la séparation ou l'analyse de ces matériaux : ceux-ci partagent alors la liquidité de l'eau et ne peuvent en être séparés que par l'évaporation ; ça toujours été dans la seule et presque exclusive intention de dissoudre ainsi quelques-uns des matériaux immédiats des plantes, qu'on s'est servi de l'eau dans leur analyse ; mais il faut ajouter à ce que j'ai déja dit sur cet objet que les divers matériaux dissolubles de ces corps le sont dans des degrés très-différens, suivant le tissu plus ou moins solide auquel ils appartiennent, suivant l'âge des plantes, suivant l'état particulier de ces matériaux. Quelques-uns, et l'on verra que dans ce genre entrent les mucilages, les extraits, les sels végétaux, etc., sont bien dissolubles à froid et dans de petites quantités d'eau ; d'autres demandent et une chaleur plus ou moins forte et une quantité plus grande de ce liquide pour s'y dissoudre : d'où il suit que, suivant la variabilité même de cette propriété chimique dans les plantes ou les matières végétales quelconques qu'on examine, on doit les traiter par

des modes différens relativement à la proportion et à la température de l'eau qu'on y emploie ; ce qu'un premier premier essai indique suffisamment.

8. Ce n'est point à la seule perte de ces matériaux dissolubles dans l'eau que les végétaux bornent sous ce point de vue leurs propriétés chimiques indiquées par l'action de ce liquide ; il se passe encore pendant et par l'acte même de cette dissolution un autre effet également nécessaire et important à apprécier pour la connaissance de ces propriétés. Lorsque deux, et à plus forte raison plus de deux de ces matériaux dissolubles passent ainsi des végétaux dans l'eau, celle-ci les combine et les unit dans un autre ordre et sous une autre forme qu'ils l'étaient dans la substance naturelle à laquelle elle les a enlevés : de sorte qu'il ne faut pas conclure de cette expérience, employée comme moyen d'analyse, que ces matières dissoutes, et retrouvées ensuite dans l'eau, étaient dans le même état, et en quelque sorte sous la même association dans le végétal analysé. Ainsi le sucre, la gomme et le sel essentiel qui se trouvent en même temps dissous dans l'eau, et qui adhèrent l'un à l'autre après en avoir été séparés artificiellement, n'étaient pas combinés trois à trois et de la même manière dans le végétal d'où ils proviennent ; de même que les matériaux non touchés par l'eau, et qui échappent à son action dissolvante à mesure que les premières s'y dissolvent, sont rapprochés et unis entre eux autrement qu'ils l'étaient lorsque ceux-ci faisaient partie intégrante de leur tissu et de leurs molécules.

9. La suite de cette action changeante et combinatoire que l'eau exerce sur les matières végétales qu'elle dissout, comme sur celles qu'elle laisse indissoutes lorsqu'on la fait agir sur des plantes, est nécessairement un changement de nature, une altération quelconque sur-tout entre les substances dissoutes qui doivent réagir les unes sur les autres et devenir autres que ce qu'elles étaient d'abord. C'est un résultat au-

quel il faut bien prendre garde dans l'analyse végétale, et qui, sans la donnée que je propose ici, ferait commettre beaucoup d'erreurs. J'ai fait voir dans l'article précédent que l'air influait beaucoup sur l'état des composés végétaux dissous dans l'eau, sur le produit des infusions et des décoctions : il a y donc ici, par rapport aux propriétés chimiques des substances végetales, trois effets qui se compliquent en s'associant ; l'un est l'action de l'eau même sur la substance dissoute ; le second, l'union de plusieurs de ces substances dissoutes à la fois, et le troisième, l'influence de l'air sur cette matière tenue en dissolution : d'où il suit que toute action de l'eau sur un végétal ne fournit pas exactement, et sans aucune altération, les substances que ce liquide lui enlève ; ce qui tient à la grande altérabilité de ces substances, au léger équilibre qui tient leurs premiers principes combinés, et à la facilité avec laquelle il peut être rompu.

10. Une grande partie des phénomènes que je viens d'exposer dans leur généralité se réunissent dans l'opération si familière aux hommes, par laquelle ils cuisent les plantes dans l'eau, pour rendre leur nourriture végétale d'un meilleur goût, plus tendre, et plus facile à digérer. On sait assez quelle différence de saveur, de mollesse et de propreté en général il y a entre les végétaux cuits dans l'eau et les végétaux cuits à sec, dont j'ai parlé dans un des articles précédens. On sait que c'est à la présence de l'eau qui les pénètre, les attendrit, les ramollit, y dissout quelques principes, en change plus ou moins la nature et les propriétés, y convertit, par exemple, les sucs acerbes en matières douces, les matières fades en substance sucrée, qu'est dû le changement produit par cette cuisson. Il est donc bien évident que ce changement est dû aux diverses altérations réunies, dont j'ai parlé dans les numéros précédens, et que, si l'on conçoit bien la nature de ces altérations, il n'est pas difficile de concevoir de même la coction des végétaux dans l'eau,

opération dont les chimistes n'ont pas assez déterminé les phénomènes et le résultat. Ils n'ont pas déterminé, par exemple, pourquoi l'eau, tenant un peu de sels terreux en dissolution, n'opérait pas cette cuisson; ce qui paraît dépendre de ce que l'eau saturée de ces sels et sur-tout du sulfate de chaux, ne peut plus dissoudre la matière végétale, qui, dans cet état de ramollissement, constitue la cuisson des plantes. On n'a point assez insisté sur la puissance si utile de la vapeur de l'eau pour la cuisson des légumes, des grains et des fruits, employée avec tant d'avantage, sur-tout par rapport à l'eau dure, crue et salée, qui peut servir dans certains pays ou sur mer à cet usage important, puisque par l'action du feu il n'y a que l'eau pure réduite en vapeur qui agisse sur les matières végétales.

11. L'eau a, comme le calorique et l'air, la faculté de décomposer complétement le composé végétal, et d'en séparer entièrement les principes. C'est un fait dont on a la preuve dans mille circonstances, et spécialement dans celle si souvent et si abondamment renouvelée sous nos yeux de l'immersion des végétaux dans ce liquide. On voit à chaque moment les plantes plongées dans ce liquide s'y détruire complétement, y devenir molles, pulpeuses, s'y réduire en une espèce de mucilage filant et putride qui disparaît promptement. Ce phénomène varie dans les bois qui s'y noircissent d'abord et y deviennent ensuite cassans. Il est très-remarquable dans les tiges de chanvre et de lin qui, par un trop long séjour dans l'eau des routoirs, ou par un rouissage trop prolongé, se brûlent, noircissent, pourrissent, et perdent toute leur consistance. De même dans les essais chimiques comme dans les travaux de la nature, toute dissolution végétale se décompose peu à peu et se détruit : mais ces effets sont dus à une complication de causes et d'actions, et présentent d'ailleurs une suite de différences ou de modifications importantes qu'il est essentiel d'examiner

dans le plus grand détail, et que je dois réserver pour le cinquième ordre de faits relatifs aux altérations dont les végétaux sont susceptibles. Il ne s'agit ici que de constater en général la décomposition complète qui a lieu par l'eau, et de la concevoir comme le dernier terme des propriétés et des actions chimiques que la substance végétale peut offrir sous l'influence de ce liquide.

12. Il résulte de ces huit phénomènes appartenant à la réaction de l'eau sur les matières végétales, que la plupart consistent dans une suite d'actions qui, comme celles de l'air et du feu, tendent réellement à isoler les principes constituans de ces matières, à les dénaturer, à les extraire ou à les ramener à l'état de deux ou trois composés binaires, ou même à leurs élémens primitifs; et que cette suite d'actions fait passer le composé végétal par des modifications successives, qui ressemblent souvent à celles qu'il éprouve dans la nature et au sein même des plantes vivantes: ce qui prouve que la marche de cette décomposition générale est uniforme et obéit à des lois constantes et déterminées.

ARTICLE V.

Des propriétés chimiques des substances végétales, traitées par les terres et les alcalis.

1. Si l'on en excepte quelques combinaisons très-connues entre les alcalis et certains matériaux immédiats des végétaux, telles que celles entre ces bases et les huiles qui constituent les savons, on n'a presque rien dit encore de l'action réciproque de ces deux genres de substances, et cependant il n'est pas douteux qu'elles n'aient l'une pour l'autre une tendance plus

ou moins forte. L'énergie si connue des alcalis fixes caustiques sur les matières organiques en général, est trop grande et trop puissante pour qu'elle ne s'exerce pas d'une manière quelconque sur les corps végétaux : il est donc important d'essayer au moins de suppléer par quelques considérations générales, et par le rassemblement de quelques faits, au silence presque absolu qu'ont gardé les chimistes à cet égard.

2. Les terres arides, la silice et l'alumine ne font point éprouver d'altération bien sensible aux matières végétales ; entourées de sable pur et bien sec, on sait déja qu'elles se conservent sans altération. Outre le parti qu'on tire de cette espèce d'enfouissement, dans l'économie rurale et domestique, pour conserver les racines et les légumes sans changement, à l'abri de l'humidité, des variations atmosphériques, et du travail de la germination, lorsqu'on a la précaution de les placer à une profondeur où la température n'est pas variable ; on connaît cet art industrieux par lequel on conserve avec une espèce de fraîcheur, et même avec leurs formes les plus exactes et les couleurs les plus tendres, les plantes d'un tissu délicat, en les saupoudrant et les environnant de sable fin et sec, dans des bocaux au milieu desquels on les attache et on les suspend dans leur situation naturelle. Ainsi la silice est en quelque manière conservatrice des propriétés, de l'organisation et de la composition des végétaux ; elle en empêche l'altération et l'analyse spontanée ; elle en prévient la décomposition septique.

3. Il n'en est pas de même de l'alumine ; toujours plus ou moins humide ou arrêtant entre ses molécules une certaine proportion d'eau, l'argile ne sert pas de la même manière à la conservation des matières végétales : aussi s'altèrent-elles, et se pourrissent-elles lorsqu'elles en sont entourées, ou lorsqu'elles y sont enfouies. Ce genre d'altération, qui est assez rapide même pour les bois enfouis dans les terres argileuses, est uniquement dû à l'eau qu'elles retiennent, et ce

n'est que parce que cette espèce de terre est toujours humide et molle, que les végétaux y éprouvent cette décomposition dont l'alumine, comme on voit, n'est que la cause occasionnelle. Cette base terreuse se lie assez facilement avec certaines matières végétales, avec les mucilages et les huiles; mais cet effet appartient à l'histoire des matériaux immédiats, dont je traiterai ailleurs.

4. Les terres alcalines et âcres, la barite, la strontiane et la chaux, se rapprochent beaucoup des alcalis proprement dits par rapport à leur action sur les composés végétaux. Elles absorbent fortement l'eau dont ils sont imprégnés, elles les dessèchent et même en opèrent une demi-combustion par la chaleur qu'elles produisent en s'emparant de l'eau qui y est contenue. Il y a même quelques-uns des matériaux immédiats des plantes sur lesquels elles ont une action de combinaison, comme je le ferai voir plus bas. La magnésie, souvent conseillée par les médecins dans son mélange avec les poudres végétales, favorise la dissolution et l'extraction de quelques-uns de leurs principes; mais on n'a point encore assez exactement examiné, ni déterminé cette action, pour qu'il me soit possible d'en dire davantage ici.

5. Je ne parlerai point ici de la combinaison si connue sous le nom de savon, qui a lieu entre les alcalis fixes et les huiles végétales, ni de l'action de ces bases sur les parties colorantes: cet objet appartient tout entier à l'histoire des matériaux immédiats des végétaux dont je ne dois pas m'occuper encore. Je n'exposerai que quelques généralités sur la manière dont on peut concevoir les propriétés que présente le composé végétal lorsqu'on le soumet à l'action des alcalis purs et puissans, soit sous forme solide, soit sous forme liquide. Ces bases si énergiques et si avides d'humidité enlèvent promptement celle qui est contenue dans les végétaux. Mais leur action ne se borne point comme celle des terres âcres à un simple desséchement. Lorsqu'on les triture secs avec les ma-

tières, ils altèrent profondément leur tissu, leur organisation et leur composition. Ils les ramollissent, les réduisent souvent, même en bouillie, les colorent et les décomposent. Le même effet a lieu, mais moins fortement, avec les alcalis bien caustiques et dissous, lorsque sur-tout leur dissolution est épaisse et concentrée : alors même, sans le secours de la chaleur qui augmente cependant beaucoup leur activité, ils dissolvent puissamment les matières végétales, les mettent dans une espèce d'état savonneux. C'est ainsi que les papiers non collés prennent la forme de bouillie, et se trouent ou se dissolvent promptement quand on s'en sert pour filtrer les lessives alcalines. C'est ainsi que le linge qui sert au même usage perd de sa force et de son poids; inconvénient dont on s'apperçoit même dans les opérations domestiques, dans le lessivage et le blanchissage, quand on emploie des lessives trop fortes. Il est quelques substances végétales, celles qui se rapprochent des matières animales par l'azote qu'elles contiennent, qui, comme ces derniers, donnent de l'ammoniaque au moment même où on les triture avec des alcalis solides : j'expliquerai plus au long ce phénomène en traitant des matériaux immédiats des végétaux dans l'ordre suivant. Les alcalis caustiques, par l'avidité avec laquelle ils tendent à s'unir à l'eau, opèrent la décomposition de quelques matières végétales en isolant leur hidrogène et leur oxigène. Cette action ressemble à celle des acides.

6. Les propriétés que les composés végétaux présentent dans l'action qu'elles sont susceptibles d'éprouver par l'ammoniaque, ne se rapprochent que faiblement de celles que je viens de décrire par rapport aux alcalis fixes, quoiqu'elles aient avec celle-ci une analogie que la nature comparable de ces bases salifiables fait facilement concevoir. Mais la faiblesse de cette espèce d'alcali volatil explique comment l'ammoniaque n'a que dans peu de circonstances même, une légère action dissolvante sur ces composés. Elle favorise moins encore

que la potasse et la soude la dissolubilité de quelques-uns de ces composés dans l'eau, et elle n'en change que bien peu la nature.

ARTICLE VI.

Des propriétés chimiques des substances végétales traitées par les acides.

1. Quoiqu'il y ait long-temps que les chimistes se soient servis des acides pour examiner les substances végétales, et qu'ils en aient tiré quelque parti pour la connaissance de leur nature, ce n'est que depuis la découverte capitale de Bergman sur la conversion du sucre en un acide particulier par le moyen de celui du nitre, que ce genre d'analyse végétale est devenu un moyen de la plus grande importance pour apprécier les propriétés chimiques de ces composés. La doctrine pneumatique a sur-tout jeté le plus grand jour sur cette action décomposante des acides ; seule elle a pu en apprécier exactement l'existence, en déterminer les causes, en assurer les résultats, et en bien distinguer tous les phénomènes. On peut même dire qu'entre les découvertes de Bergman et de Schéele, les deux premiers chimistes qui ont indiqué le changement des composés végétaux par l'acide nitrique, et les explications ingénieuses, appuyées sur d'autres découvertes de la doctrine pneumatique française, il y a plus de distance et d'intervalle pour la marche de l'esprit humain, qu'il n'y en avait entre l'ancien état de la chimie et les premières observations des deux chimistes suédois. Aucune partie de la science chimique moderne n'a fait de plus éclatans progrès, et n'est arrivée à de plus beaux résultats que celle-ci : et quoique cette action des acides puissans sur les matières végétales ne

soit point à beaucoup près poussée aussi loin encore que l'on entrevoit qu'elle pourra l'être par des travaux ultérieurs, il n'y a cependant aucun réactif qui ait plus contribué à faire connaître les propriétés chimiques, les composés végétaux, que l'ont fait les corps d'une énergie si remarquable.

2. Il est difficile de généraliser l'action des acides minéraux très-décomposables sur les matières végétales, parce que cette action diffère plus ou moins, soit suivant la nature de l'acide, soit suivant celle de la matière organique. On peut dire cependant qu'elle tend toujours à détruire ces composés, à les faire passer par plusieurs états intermédiaires avant leur décomposition totale, et que sur-tout elle les convertit en plusieurs acides végétaux plus ou moins énergiques, plus ou moins oxigénés, jusqu'à l'époque où elle les change totalement en eau et en acide carbonique; en y augmentant en général la quantité d'oxigène, ils séparent souvent une partie de l'hidrogène ou du carbone qu'ils brûlent isolément, et qui s'en dégagent en eau et en acide carbonique; ainsi ils changent la proportion relative de leurs premiers principes; ils font varier la nature de la combinaison végétale de beaucoup de manières: de là les états multipliés des produits et des phénomènes qu'ils font naître.

3. Mais malgré cette multiplicité d'actions et de conversions produites dans les composés végétaux par les acides puissans à radicaux simples ou à radicaux inconnus; multiplicité qui dépend de la force des acides, de leur quantité et de la différence même des matières végétales, et de la température à laquelle on les traite, on peut cependant rapporter à trois modes généraux les altérations que ces corps font naître, ou les propriétés chimiques que présentent les matières végétales traitées par les acides. Tantôt en effet elles sont dissoutes sans être sensiblement changées; tantôt elles éprouvent une altération sans que l'acide lui-même ait cédé de l'oxigène; tantôt elles changent de nature ou se convertissent en produits

nouveaux en même temps que l'acide décomposé leur donne une portion de son principe acidifiant. Dans ce dernier cas, l'altération de la substance végétale est beaucoup plus profonde qu'elle ne peut l'être dans les deux premières circonstances. Il est important de considérer chacun de ces effets.

4. Pour que les acides énergiques n'agissent que comme simples dissolvans des matières végétales, il faut, ou que ces acides soient fort affaiblis, ou que les composés végétaux d'une densité plus ou moins grande résistent beaucoup à leur décomposition. Ce dernier cas est extrêmement rare et en quelque sorte hors de la nature végétale : le premier est donc celui qui a lieu le plus souvent. Il n'y a presque aucune substance végétale qui ne soit plus ou moins susceptible d'être dissoute, soit à froid, soit à chaud, par tous les acides affaiblis et saturés complétement d'eau ; et de même il n'y a point d'acide, quel qu'il soit, qui n'ait la propriété d'opérer cette dissolution quand elle est faite sans décomposition sensible de la part de la substance végétale ; il n'y a pas de changement de couleur dans cette substance, et l'on ne reconnaît aucune altération quelconque dans l'acide. Souvent on peut séparer la matière ainsi dissoute par le moyen d'une terre ou d'un alcali qui s'emparent de l'acide et le forcent d'abandonner la matière dissoute. Alors elle se dépose presque sans altération, ou au moins avec une très-légère altération.

5. Mais quoique non altérée au moment de sa dissolution simple dans un acide affaibli, la substance végétale ne reste pas sans une décomposition plus ou moins forte, lorsqu'on garde cette dissolution. Au bout de quelques jours on ne la retrouve plus avec toutes ses propriétés ; elle change peu à peu de nature ; elle se décompose, et passe ainsi lentement et à l'aide du temps à l'état qu'elle est susceptible de prendre dans le cas où le même acide plus fort attaque promptement et fortement sa combinaison. C'est ce qu'on observe constamment dans toutes

ces dissolutions plus ou moins gardées. Toutes se trouvent changées en acides végétaux.

6. Le second cas de l'action des acides, que j'ai distingué par rapport aux diverses propriétés dont les matières végétales sont susceptibles quand on les traite par les acides, est celui où elles sont altérées, changées, modifiées sans que l'acide lui-même soit décomposé, sans qu'il perde ou qu'il s'en sépare de son oxigène. Ce second cas n'avoit point été encore apprécié avant que nous l'eussions fait connaître, vers la fin de l'an 5 de la République, le citoyen Vauquelin et moi. Il a lieu surtout dans l'action de l'acide sulfurique concentré sur ces substances. Quand on laisse agir spontanément ces deux genres de corps, quand on mêle, par exemple à froid, cet acide et des pailles ou du bois, etc., la substance végétale est désorganisée, ramollie, comme dissoute; il s'en sépare une quantité notable de charbon, et l'on reconnaît bien qu'elle est décomposée, comme si on l'avait en partie brûlée ou chauffée dans des vaisseaux fermés. On croyait, avant le travail cité, que l'acide sulfurique opérait cet effet par la séparation de son oxigène. Cependant comme il ne se dégage point d'acide sulfureux pendant ce changement remarquable, et comme on trouve l'acide sulfurique non décomposé, non désoxigéné, après qu'il a eu lieu, il provient certainement d'une autre cause. On la détermine en examinant l'état de l'acide; il est extrêmement affaibli sans être changé de nature; il contient beaucoup d'eau qu'il ne contenait pas auparavant; quand on le mêle avec de nouvelle eau, il ne produit pas, à beaucoup près, la même chaleur qu'il produisait avant cette réaction. Il est donc évident qu'elle consiste dans une formation d'eau; que l'acide sulfurique, par la grande tendance qu'il a pour s'unir à ce liquide, a sollicité et opéré la séparation d'une portion d'hidrogène et d'oxigène de la substance végétale, et mis conséquemment à nu son carbone; que cette altération, dont l'acide avide d'eau est la cause occasionnelle, sans céder

cependant son propre oxigène, n'a pour limite que la saturation de cet acide par l'eau, et qu'elle se passe conséquemment toute entière dans la substance végétale. On verra que telle est la cause du phénomène de l'éthérification ou de la formation de l'éther.

7. A mesure que cette décomposition de la substance végétale par l'acide sulfurique concentré a lieu, qu'elle se convertit en eau et en charbon, une portion passe aussi à l'état d'acide; c'est presque toujours à l'acide acéteux que cette acidification se porte : on peut l'obtenir par la distillation. On verra, par la suite, que cet acide se forme par l'union d'une proportion donnée d'oxigène, de carbone et d'hidrogène; et l'on conçoit qu'il est, comme l'eau, le produit d'un changement d'équilibre dans les matières végétales. Il faut remarquer que pendant ce genre particulier d'altération il ne se produit point d'effervescence; il ne se dégage aucune bulle de fluide élastique, parce qu'en effet aucun principe du végétal ou de l'acide ne se sépare. Il ne se dégage qu'une certaine proportion de calorique par l'union de l'acide avec l'eau formée, et en raison de la densité acquise de cette combinaison, ainsi que de la précipitation du carbone.

8. L'acide muriatique agit de la même manière sur les composés végétaux, quand il est concentré, et quand on le laisse long-temps en contact avec eux. Le gaz acide muriatique, comme très-avide d'eau, agit encore mieux que l'acide muriatique liquide et fumant; mais l'action de l'un et de l'autre est infiniment plus longue que celle de l'acide sulfurique, à cause du peu d'activité de l'acide muriatique. Quand on laisse long-temps séjourner une matière végétale en contact avec cet acide, elle finit par se colorer, brunir, noircir, se ramollir, se charbonner, et l'on trouve l'acide extrêmement faible. Comme l'on n'a jamais observé encore de décomposition de l'acide muriatique, comme on ne connaît aucune circonstance où il cède de l'oxigène, il est facile de concevoir que

tous les effets qu'il produit sur les substances végétales ne sont occasionnés que par les attractions de la masse même dans toute son intégrité. Ainsi lorsqu'après un long contact entre quelques-unes de ces substances, qui se rapprochent alors par leur nature de celle des matières animales, avec l'acide muriatique, on extrait de ce mélange du muriate d'ammoniaque, il faut en conclure que cet alcali s'est formé comme l'eau aux dépens des principes du végétal, et par l'attraction que l'acide exerce sur l'ammoniaque.

9. Quant aux phénomènes que présentent les matières végétales avec les acides qui se décomposent en même temps qu'elles, ils dépendent tous de la séparation de l'oxigène de ces acides, et du transport de ce principe sur ceux des matières organisées. Ainsi tous les acides qui ne tiennent pas beaucoup à l'oxigène, et qui le laissent très-facilement enlever, produisent de pareils effets. C'est ainsi que l'acide sulfureux, celui de tous qui agit le moins sur les matières végétales, a au moins la propriété de décolorer celles de ces matières qui ont les couleurs les plus fortes, en leur cédant son oxigène. C'est ainsi que l'acide muriatique oxigéné, en portant également son oxigène dans les matières végétales, non seulement en altère les couleurs, les blanchit, rend concrètes quelques matières végétales liquides, mais brûle à la fin ces matières, les réduit en charbon ou les convertit en acides.

10. De tous les acides celui du nitre change le plus fortement toutes les propriétés de matières végétales, quand il est très-concentré, et sur-tout contenant du gaz nitreux, il brûle ces matières avec tant d'activité, qu'il en enflamme plusieurs, et les met à l'état de charbon. Un peu moins fort, il change les couleurs, les détruit, ou leur communique une nuance jaune, inaltérable ou indélébile. On connaissait depuis long-temps cet effet de l'acide nitrique, on ne l'avait point expliqué; mais il est facile de voir qu'il est dû à la prompte séparation de l'oxigène, et à la grande quantité de ce principe, qui se porte

tout-à-coup sur l'hidrogène de ces matières, et va jusqu'à l'enflammer : mais ce n'est pas dans cette action violente que consiste la plus importante et la plus utile influence de cet acide sur les composés végétaux. Étudiée d'après les lumières de la doctrine pneumatique, cette influence sert aujourd'hui à connaître toutes les propriétés de ces composés : c'est dans l'appréciation de ces effets que la chimie française a rendu les services les plus éclatans à la philosophie naturelle, comme je vais le faire voir.

11. Si l'action de cet acide varie plus ou moins suivant la diversité de composition des matières végétales, et si c'est en examinant chacun des matériaux immédiats des plantes en particulier qu'on peut apprécier toutes les circonstances diverses de cette action, on peut néanmoins tirer de toutes les variations même des effets qu'il produit, un mode commun, un résultat généralisé qui embrasse tout l'ensemble de ces variations, et qui, en servant à les faire concevoir lorsqu'il sera nécessaire de traiter de chacune d'elles, peut en même temps servir à déterminer en quoi consiste la totalité d'effets qu'il produit sur ces composés végétaux, et conduire à caractériser leurs propriétés chimiques : c'est de cette manière, et sans entrer dans les détails qui appartiennent à l'ordre de faits suivant, qu'il est essentiel de considérer ici l'action de l'acide nitrique.

12. Comme la tendance totale et le terme de cette action est la décomposition complète des composés végétaux, leur réduction en eau et en acide carbonique, et comme elle va plus ou moins vîte vers ce terme quand on emploie l'acide nitrique fort et concentré ; pour connaître et bien apprécier tous les degrés intermédiaires de cette décomposition qu'il est susceptible d'opérer, on le prend affaibli d'une certaine quantité d'eau, par exemple à vingt-huit ou trente degrés de l'aréomètre ordinaire, et souvent même on l'associe encore avec de l'eau, depuis la moitié de son poids, jusqu'à deux ou trois

fois sa quantité. On le laisse agir à froid, ou on favorise et on fait commencer son action à l'aide d'une température douce, ou bien on la rend plus forte et plus énergique en chauffant plus fortement ou plus long-temps. Dans le premier cas, on n'a qu'une effervescence rare et légère, dont le produit est du gaz nitreux, mêlé d'un peu d'acide carbonique. Dans le second, la proportion de ce dégagement est plus grande; et dans le troisième, on peut aller jusqu'à décomposer complétement une portion de cet acide : car, comme on emploie de trois à six fois le poids de la matière végétale que l'on veut traiter, il y en a toujours plus qu'il n'en faut pour obtenir les produits qu'on cherche, et les résultats qu'on attend.

13. Dans chacune des circonstances qui viennent d'être exposées, les produits de l'action de l'acide diffèrent; plus celle-ci est forte et plus on obtient en général de gaz nitreux et de gaz acide carbonique; conséquemment, plus il y a d'oxigène séparé de l'acide nitrique, plus il y a de carbone enlevé à la matière végétale et brûlé par l'oxigène. Le produit général ou le plus constant et le plus abondant de cette décomposition réciproque et simultanée, c'est une série d'acides végétaux différens; quelquefois au nombre de trois ou de quatre, quelquefois d'un seul ou au moins de deux seulement, tous composés d'hidrogène, de carbone et d'oxigène, dont les caractères de composition consistent dans la proportion diverse de leurs trois principes, et que je ferai connaître parmi les matériaux immédiats des végétaux : car il faut observer ici que ce qu'il y a de plus important et de plus fort pour la doctrine pneumatique adaptée à l'analyse végétale, ce qui en prouve le plus la force et la solidité, c'est que les acides artificiellement composés par l'acide nitrique agissant sur les gommes, le sucre, les feuilles, les extraits, les bois, etc. sont exactement semblables par leur propriété comme par leur nature intime, à ceux qui se forment spontanément par les progrès de la végétation : ce qui prouve que l'art chimique se com-

porte comme les forces vivantes qui président à l'accroissement et aux fonctions des plantes.

14. Les acides variés que donnent les matières végétales traitées par l'acide nitrique, proviennent non seulement de la diversité de ces matières, mais encore de la manière dont on les traite par cet acide : de sorte qu'après une observation attentive de ce qui se passe dans ces divers traitemens on peut obtenir à volonté, jusqu'à un certain point, telle ou telle espèce d'acide végétal, ou des proportions déterminées, de deux, de trois de ces acides : il suffit pour cela d'arrêter, à diverses époques, ou de pousser plus ou moins loin l'action de l'acide nitrique. On s'assure encore du point où l'on est parvenu dans la décomposition végétale, par la quantité et la nature des gaz nitreux et acide carbonique obtenus ; plus les gaz sont abondans et plus on avance dans cette décomposition. Par une suite de ces beaux résultats, il est facile de voir que comme la suite de ces altérations est la séparation toujours croissante d'une proportion de carbone, on ne peut jamais faire marcher la décomposition végétale que dans une progression donnée ; on ne peut jamais rétrograder ; un acide d'abord formé, en passant à un autre acide, ne reparaît plus dans le premier état ; et l'on verra que cette acidification progressive, le plus commun et le plus frappant produit de la puissance de l'acide nitrique, une fois parvenue aux acides oxalique ou acéteux, les moins carbonés et les plus oxigénés, si l'on veut pousser encore plus loin la décomposition nitrique, la nature végétale s'évanouit en quelque sorte sous les efforts du chimiste ; et tout se réduit entre ses mains en eau et en acide carbonique. A ce terme, cette action de l'acide nitrique se confond avec l'effet de la combustion.

15. Il suit encore des notions exactes, quoique générales, que je viens de donner, qu'en observant avec beaucoup de soin, et qu'en déterminant avec une grande exactitude, les quantités de gaz nitreux et de gaz acide carbonique formés

et dégagés, pendant les différens degrés de l'action de l'acide nitrique, celles des divers acides obtenus à différentes époques de cette action, et enfin celles de l'eau et de l'acide carbonique obtenus au dernier terme de cette disgrégation totale des principes végétaux, on peut analyser, dans la plus grande précision, et les diverses matières végétales qu'on aura prises pour sujet de ce travail, et les acides particuliers et successifs qu'on aura obtenus dans la série des temps divers de cette opération. C'est ainsi que dans un travail qui nous est commun au citoyen Vauquelin et à moi sur les substances végétales, nous nous sommes servis avec un grand succès, de l'acide nitrique pour parvenir à déterminer les proportions des principes primitifs, hidrogène carbone et oxigène, d'un assez grand nombre de substances dont nous avions besoin de connaître et de comparer les rapports de nature et de composition.

16. Il est enfin quelques matières végétales sur lesquelles l'action de l'acide nitrique n'est pas bornée à produire les effets de l'acidification : tout en les convertissant en acides, il en change quelquefois une portion en une espèce d'huile graisseuse ; dans d'autres, il donne naissance en même temps à une sorte de résine ; chez celle-là il forme des poussières insolubles dans l'eau et solubles dans les alcalis sans être fusibles cependant à la manière des graisses ; chez celle-ci il dégage et compose de l'acide prussique, et presque toujours il produit tout à la fois de l'ammoniaque. La plupart de ces dernières conversions ou modifications, qui ne s'opèrent que rarement, et qui n'ont lieu qu'avec le gluten, les bois, les écorces subéreuses, les champignons, etc., traités par l'acide nitrique, font reconnaître dans ces matières une composition fort analogue à celle des substances animales ; et en effet d'autres caractères encore, d'autres propriétés chimiques les en rapprochent. Il en sera question plus en détail dans l'ordre de faits suivant.

ARTICLE VII.

Des propriétés chimiques des substances végétales traitées par les sels.

1. On n'a point ou presque point traité jusqu'ici parmi les propriétés chimiques qui distinguent les matières végétales, le mode de leur altération par les composés salins, parce qu'on a trop peu fait attention à ce mode même, et parce qu'on l'a cru trop faible ou trop peu prononcé pour pouvoir servir de caractère. Il est vrai que les chimistes n'ont point jusqu'à présent, ou observé avec assez de soin, ou trouvé assez forte l'action des sels pour l'appliquer à l'analyse végétale; et cependant tous les faits que présente la pratique des arts sur l'emploi de différens sels dans la conservation ou dans la préparation d'un grand nombre de matières végétales, montrent une suite de phénomènes qui peuvent assez caractériser ces matières pour qu'on ne doive pas en négliger l'examen et en rejeter comme inutile l'application à cette partie de la chimie. C'est cet objet économique que je me propose de tracer ici pour déterminer les propriétés que montrent les substances végétales traitées à l'aide de divers procédés par plusieurs matières salines: j'y joindrai quelques résultats d'expériences chimiques trop négligées jusqu'à présent.

2. Si les sulfates sont rarement altérés par la plupart des substances végétales dans leur état habituel; s'ils n'éprouvent aucune altération de la part de ces substances dans leur simple contact, il n'en est pas de même lorsqu'on les laisse long-temps séjourner dans ce contact, ou lorsqu'on élève beaucoup leur température au moment où il a lieu. Quoique des dissolutions saturées de sulfates alcalins ou terreux défendent en général de leur altération spontanée la plupart des matières végétales,

cette conservation ne se prolonge point au-delà d'un certain terme : alors les matières, en se décomposant au milieu du liquide, opèrent, à l'aide de leur hidrogène et de leur carbone, la décomposition des sulfates, et en mettent peu à peu le soufre à nu. C'est ainsi que des eaux chargées de sulfate de chaux précipitent du soufre et exhalent l'odeur fétide d'un l'hidrosulfure lorsqu'elles sont long-temps en contact avec des matières végétales : c'est ainsi que des immondices des villes, accumulées et enfouies avec des moellons de pierres à plâtre, et humectées pendant un temps plus ou moins long, ont rempli les fragmens de ces matériaux de soufre cristallisé qui s'est peu à peu séparé du sulfate. Il arrive ici, à l'aide du temps, ce qui se passe rapidement quand on fait chauffer fortement des sulfates avec les mêmes matières végétales qui les convertissent en sulfures par l'action de leur hidrogène et de leur carbone. On sait que les eaux naturelles qui tiennent en dissolution du sulfate de chaux n'ont pas la propriété de bien cuire les légumes, et j'ai déja fait voir plus haut que cela dépendait de leur saturation par ce sel ; enfin il est aisé de sentir que les mêmes eaux, lorsque les circonstances favorisent la séparation, le dépôt et la cristallisation du sel terreux qu'elles contiennent, et lorsqu'elles baignent de toute part des parties de végétaux telles que des feuilles, des tiges, des écorces, doivent former sur ces corps un enduit ou un dépôt, une véritable incrustation de sulfate de chaux, qui les conserve sous cette enveloppe inaltérable et peu dissoluble. C'est ainsi que dans les bâtimens de graduation des salines, les fragmens de branchages s'encroûtent du sulfate de chaux lamelleux et cristallin, que l'évaporation de l'eau par l'air agité et comprimé en sépare sans cesse.

3. L'eau chargée du sulfate triple et acide d'alumine, d'alun, est aussi employée comme conservatrice de plusieurs matières végétales ; mais elle en opère peu à peu la décomposition, et en laisse séparer des flocons ou des filamens muqueux qui en annoncent l'altération. On sait de quelle utilité est ce sel dans

l'art de la teinture, quel avantage il a pour aviver, et sur-tout pour fixer et rendre solides beaucoup de matières colorantes végétales. Je ferai voir, dans l'histoire de ces couleurs, que la propriété par laquelle ce sel les fixe, dépend de la forte attraction que l'alumine exerce sur ces matières.

4. Les nitrates n'ont qu'une action faible sur la plupart des matières végétales dont ils resserrent le tissu et le défendent contre sa propre altérabilité, dont ils rehaussent aussi souvent la nuance dans leurs parties colorées : mais les chimistes emploient quelquefois dans une autre vue le nitrate de potasse pour l'examen de ces matières ; il leur sert, en exposant son mélange avec ces matières à une haute température, à les brûler, à en détruire l'hidrogène et le carbone plus ou moins complétement, à en extraire les substances salines et terreuses fixes, à y prouver l'existence de quelques oxides métalliques et spécialement de ceux de manganèse et de fer. Si l'on fait cette expérience avec soin et dans des vaisseaux fermés de manière à recueillir exactement les fluides élastiques qui se forment et se dégagent, on peut déterminer ainsi la proportion d'hidrogène, de carbone et d'oxigène contenus dans la substance végétale qu'on examine, en même temps que celle des matières fixes qui restent. Quelquefois le nitrate de potasse, chauffé fortement avec les substances végétales, en donnant pour résidu un véritable prussiate, est employé et comparé même dans cette action à celle des alcalis fixes, pour comparer dans ces corps la propriété de fournir l'acide prussique ou la matière colorante du bleu de Prusse, avec celle que présentent différentes matières animales.

5. On connaît le grand usage qu'on fait dans l'économie domestique et dans les arts du muriate de soude pour conserver un grand nombre de produits des végétaux ou de parties végétales. C'est ainsi qu'on laisse tremper dans la saumure ou la dissolution saturé de ce sel, des légumes, quelques fruits sur-tout légumineux, des graines ou semences, des racines,

des feuilles et même des fleurs délicates; les roses effeuillées, arrangées et recouvertes avec des lits de sel, sont souvent conservées ainsi dans les ateliers des parfumeurs, pour les distiller ensuite dans une saison plus ou moins éloignée de celle où on les a cueillies. Quelques chimistes ont cru que le muriate de soude, gardé long-temps en contact avec des matières végétales liquides, était décomposé, et que la soude était mise à nu; mais aucune expérience exacte n'a encore prouvé cette assertion. On emploie souvent ce sel dans les décoctions et distillations des végétaux pour permettre à l'eau de prendre une température plus élevée, et favoriser ainsi le dégagement comme la volatilisation de quelques produits dont on augmente la quantité par ce procédé.

6. On n'a point encore proposé l'usage du muriate suroxigéné de potasse dans l'analyse végétale; c'est cependant un des composés qui pourront y être de la plus grande utilité. Dans notre travail sur les détonations par le choc, produits du mélange du muriate suroxigéné de potasse avec la plupart des corps combustibles, nous avons reconnu, le citoyen Vauquelin et moi, que les matières végétales, et sur-tout la gomme, le sucre, la farine, comme les huiles, l'alcool, l'éther, avaient la propriété de brûler avec une grande énergie et de fulminer par la percussion, après avoir été mélangés avec le muriate suroxigéné de potasse. Il est évident qu'en faisant cette expérience dans des appareils convenables, on pourra recueillir l'eau et l'acide carbonique formés par l'union de l'hidrogène et du carbone de ces matières, soit avec leur propre oxigène, soit avec celui qui sera fourni par le muriate suroxigéné de potasse, et que comme ce sel ne porte que de l'oxigène pur dans cette action fortement décomposante, et ne laisse pour résidu que du muriate de potasse, il sera facile de déterminer, à l'aide de son action et de ses produits, les proportions exactes des principes qui composent primitivement les végétaux, en y comprenant même celle des corps

fixes qui resteront avec le muriate de potasse résidu, et qu'il serait aisé d'en séparer.

7. Les phosphates ne peuvent avoir d'autre usage, dans la recherche des propriétés chimiques et de l'analyse des végétaux, que celui de reconnaître la présence de quelques terres ou de quelques oxides métalliques dans leurs résidus fixes, dans leurs charbons ou dans leurs cendres; et alors cette action fondante et vitrifiante de leur part ne diffère point de celle qu'ils exercent sur les substances terreuses salines ou métalliques qui ont été examinées précédemment. Les fluates et les borates n'y peuvent porter aucune lumière de plus; aussi n'a-t-on rien dit de l'action de tous ces sels sur les matières végétales, et n'en a-t-on pu tirer absolument aucune induction pour la connaissance des propriétés chimiques qui caractérisent ces substances organisées.

8. Les carbonates sont un peu plus actifs que les trois derniers genres sur les composés végétaux; souvent dans les procédés pharmaceutiques on se sert du carbonate de potasse ou du carbonate de soude pour parvenir à extraire plus vîte, plus abondamment ou plus complétement, quelques-uns des matériaux immédiats des végétaux, à l'aide de l'infusion ou de la décoction dans l'eau. C'est ainsi qu'il est reconnu depuis long-temps qu'en aiguisant l'eau d'un peu de *sel fixe de tartre* ou *carbonate de potasse non saturé*, on enlève plus de résine aux bois, aux racines ou aux écorces sèches; mais l'on verra dans l'ordre de faits suivant que cette extraction plus abondante est accompagnée d'une combinaison particulière entre l'alcali et la résine. On sait généralement que le carbonate de chaux en dissolution dans une eau naturelle qu'il rend crue ou dure nuit à la cuisson des végétaux, à cause de la saturation de cette eau, qui l'empêche de réagir sur la substance végétale. On sait encore que les plantes ou leurs parties, plongées dans une eau très-chargée de ce sel terreux à l'aide d'un excès d'acide carbonique, se recouvrent des molécules déposées et concrétées

de ce sel, à mesure qu'il quitte l'eau, dont l'acide dissolvant s'échappe dans l'air. C'est par ce procédé simple que se forment les incrustations calcaires, les ostéocoles, etc., quand la substance végétale se détruit peu à peu, et quand elle laisse une espèce de moule creux qui en représente toutes les parties avec une grande exactitude. Le carbonate de chaux, déposé en molécules fines dans ce creux, y prend la forme du végétal; et de là les prétendues pétrifications qu'on décrivait autrefois avec une espèce de complaisance, sur lesquelles on a long-temps disserté et proposé tant de systèmes absurdes; tandis que leur production est si simple et si facile à expliquer depuis les découvertes de la doctrine pneumatique.

ARTICLE VIII.

Des propriétés chimiques des substances végétales traitées par les métaux, les oxides et les dissolutions métalliques.

1. Les matières métalliques, leurs oxides et leurs dissolutions dans les acides n'offrent pas plus que les sels, à l'histoire de la chimie, de véritables instrumens employés encore à l'examen des propriétés chimiques des végétaux, quoique quand on connaît bien leur nature et leur énergie, il soit facile et naturel de prévoir qu'ils peuvent y servir avec beaucoup d'avantages. Si l'on en excepte quelques moyens particuliers d'analyse mis en usage seulement par Bergman et Schéele, et depuis eux par quelques chimistes qui ont marché sur leurs traces pour l'examen de plusieurs espèces de nouveaux acides qu'ils ont découverts, on n'a point embrassé sous aucune vue générale l'action de ces puissans réactifs pour

rechercher et connaître dans tout leur ensemble les propriétés chimiques des matières végétales. Je vais essayer ici d'en faire voir l'avantage, en tirant du peu de faits qui existent sur cette action, ce qu'on peut espérer qu'elle fournira quelque jour à cette branche nouvelle de la chimie.

2. Les matières métalliques ne présentent dans leur ensemble que trois modes d'influence de la part des propriétés chimiques des substances végétales. Ou bien elles sont complétement inaltérables par ces substances, quoique quelques fables alchimiques aient prêté à plusieurs végétaux la mystérieuse propriété de changer les propriétés des métaux et d'en opérer même la conversion réciproque. Ou bien elles sont plus ou moins oxidables par celles qui, portant un caractère d'acide, sont caractérisées comme telles par une attraction plus ou moins forte pour les oxides métalliques, et par la propriété d'en opérer la formation à l'aide de la décomposition de l'eau. C'est ainsi que le fer et le cuivre sont tout-à-coup colorés et peu à peu oxidés, corrodés et dissous par les matières végétales aigres, acerbes et d'une saveur plus ou moins forte, comme par les acides végétaux purs eux-mêmes. Enfin les métaux sont colorés, tachés, enduits et même changés en sulfures métalliques par leur contact plus ou moins long, leur séjour prolongé avec des matières végétales contenant du soufre, telles que les crucifères, etc. Il est évident que ces deux derniers modes de propriétés chimiques des végétaux par rapport aux substances métalliques ne peuvent pas fournir de grandes lumières, mais seulement quelques aperçus, quelques données générales sur la composition végétale.

3. Les oxides métalliques sont plus utiles et présentent une action beaucoup plus forte que les métaux quand on les considère sous le même rapport. La quantité d'oxigène qui leur est unie joue ici un rôle plus ou moins semblable à celui des acides qui a été examiné dans l'un des articles précédens. Ce sont sur-tout ceux qui tiennent le moins à ce principe combu-

rant, et qui le laissent séparer le plus facilement de leur composition, qui servent le plus à altérer les substances végétales sur lesquelles on les fait agir. C'est ainsi qu'en général ils tendent à désorganiser, à détruire, à brûler les composés végétaux; et tel est le terme de leur action sur ces composés, mais ils ne portent point toujours leur énergie jusqu'à ce terme extrême : souvent ils ne cèdent qu'une portion de leur principe, qui pénètre les substances végétales, les épaissit, les condense; les oxide simplement sans les décomposer et les détruire complétement. C'est ainsi que se comportent les huiles végétales qu'on fait chauffer avec les oxides métalliques, et qui dans la préparation des emplâtres prennent de la consistance en même temps qu'ils acquièrent une sorte de nature savonneuse. C'est par la même propriété que tant de liqueurs végétales deviennent plus ou moins épaisses, floconeuses et tenaces, quand on y ajoute des oxides métalliques, et sur-tout quand on les fait chauffer avec ces corps.

4. Il y a une action particulière entre les oxides métalliques et les parties colorantes des végétaux : quoiqu'on puisse la rapporter en général à ce qui vient d'être exposé, on doit cependant remarquer qu'elle est encore plus forte en raison de l'attraction qui existe entre ces deux genres de corps. L'oxigène paraît être à la vérité la cause du lien qui unit si étroitement ces deux substances entre elles, puisque les métaux de ces oxides ne présentent point la même propriété de se combiner avec les matières colorantes; mais la combinaison qui se forme n'admet pas la séparation de ce principe; il reste en même temps uni et à l'oxide et à la matière colorée; il en rehausse et il en solidifie la couleur. Au reste, cette action, que je ne dois qu'exposer ici d'une manière générale, sera plus approfondie quand je traiterai des parties colorantes en particulier.

5. Les dissolutions des métaux dans les acides produisent des effets très-variés et très-multipliés avec les matières végétales,

et leur action varie suivant la nature de ces composés. On verra, dans l'histoire des acides végétaux, combien de caractères divers ils présentent avec la plupart de ces dissolutions, et quel jeu d'attractions simples ou compliquées se passe quand on mêle ces diverses matières les unes avec les autres. Il est nécessaire pour bien connaître les actions réciproques des dissolutions métalliques et des composés végétaux, d'isoler d'abord par la pensée les effets que peuvent produire les corps salins analogues à ceux qui ont été décrits dans la cinquième section de cet ouvrage, et qui se rencontrent souvent faisant partie de ces composés; sans cela on attribuerait à la matière végétale ce qui ne serait dû qu'aux corps étrangers à sa nature, qui peuvent être mêlés à cette matière. Ainsi, les précipitations produites par les sulfates et les muriates, que présentent si souvent les liquides végétaux quand on les mêle avec les dissolutions nitriques de la plupart des métaux blancs, doivent d'abord être séparées des effets chimiques que la substance végétale est susceptible de produire. On reconnaît ces effets par la forme, la couleur, et sur-tout par l'examen des précipités.

6. En admettant cette distinction première et essentielle, et en défalquant en quelque sorte des phénomènes produits par les substances végétales mêlées aux dissolutions métalliques ceux qui sont dus aux sels déja connus, on trouve que les matières de cet ordre sont ou conservées ou resserrées, ou colorées, ou brûlées, ou décomposées et précipitées par les sels métalliques. Rien n'est si fréquent que la coloration plus ou moins foncée des matières végétales blanches par le contact des dissolutions métalliques; et outre les taches de toute nature dont se couvrent les linges employés dans les laboratoires de chimie par le contact de ces dissolutions, on prouve ce genre d'altération par les grands et beaux résultats de l'art de la teinture. La précipitation occasionnée par les mêmes composés ajoutés aux liquides végétaux, a lieu sur-tout pour les sèves, les sucs exprimés, les infusions, les décoctions. Comme

les sels métalliques sont eux-mêmes décomposés par ces mélanges, le citoyen Berthollet a proposé de se servir de la décoction de quinquina pour détruire dans l'estomach même des sujets qui en ont pris inconsidérément ou par erreur, les effets des dissolutions de tartrite d'antimoine et de potasse, et de muriate suroxigéné de mercure.

QUATRIÈME ORDRE DE FAITS SUR LES COMPOSÉS VÉGÉTAUX.

Des diverses matières végétales en particulier, ou des matériaux immédiats des végétaux.

ARTICLE PREMIER.

De ce qu'il faut entendre par l'expression de matériaux immédiats des végétaux, et de leur siége dans les végétaux.

1. Je n'ai parlé jusqu'ici que des composés végétaux en masse, et je les ai considérés comme s'ils ne formaient qu'une seule et même substance, dont j'ai exposé la nature et les propriétés générales ; mais personne n'ignore que les matières extraites des végétaux sont réellement très-différentes les unes des autres par leur forme, leur consistance, leur saveur, leur odeur; personne ne confond le sucre avec la gomme, ces deux corps avec une huile, et l'huile avec le bois proprement dit. Les usages auxquels on emploie chacune de ces principales matières végétales pour les besoins de la vie, apprennent à tous les hommes à les distinguer les unes des autres, et leur fait voir que ce n'est pas seulement par la structure diverse de leurs parties, par exemple par leurs racines comparées à leur tige, à leurs feuilles, à leurs fleurs, etc., que les végétaux

différent les uns des autres, mais même par les corps particuliers et différens que chacune de leurs parties contiennent plusieurs à la fois. Ainsi les amandes douces offrent sur leur écorce une poussière rougeâtre qu'on enlève par le frottement, dans leur intérieur une huile qu'on extrait par la pression, et une masse pulvérulente, friable et blanche comme de l'amidon qui reste après l'expression de l'huile.

2. Voilà l'idée simple qu'il faut se former de ce que je nomme matériaux immédiats des végétaux; ce sont toutes les matières variant dans leurs propriétés, dans leur saveur, leur odeur, leur état solide ou liquide, leur consistance, leur propriété nutritive, médicamenteuse ou vénéneuse, qu'on peut séparer des diverses parties des plantes, et sur-tout de la même partie, et qui par leur arrangement et leur disposition dans cette partie la constituaient immédiatement. Leur caractère général ou distinctif est leur existence particulière dans les parties diverses des plantes, et sur-tout la possibilité de pouvoir en être séparés ou extraits sans éprouver d'altération et de changement; de sorte qu'on les obtient tels absolument qu'ils étaient dans les composés végétaux, et sans leur avoir fait subir aucune modification qui ait pu en rendre la nature différente de ce qu'elle était dans les organes des plantes dont ils formaient véritablement partie intégrante.

3. C'est par cette raison que considérés sous le rapport des végétaux auxquels ils appartiennent et qui sont plus composés qu'eux, puisque ces matériaux n'en constituent que les diverses parties, on les a d'abord nommés *principes immédiats des plantes*, soit parce qu'on leur avait reconnu la propriété et le caractère de former véritablement les végétaux par leur réunion, soit parce qu'on les en séparait par une analyse immédiate, par des moyens immédiats. Voilà pourquoi j'ai désigné ailleurs sous le nom d'*analyse immédiate* celle par laquelle on obtient par un premier travail, et sans appareils ni procédés compliqués, les matières contenues dans un composé, et j'ai

choisi le principal et le plus saillant exemple de ce genre d'analyser les végétaux. Il est assez évident que ces matériaux ne pouvaient être appelés *principes* qu'autant qu'on les comparaît aux plantes tout entières qui en sont composées ; mais c'est une expression qu'on ne doit pas conserver, puisque ce ne sont pas véritablement des principes : aussi les chimistes s'en servaient-ils autrefois pour fournir l'exemple de ce qu'ils nommaient des principes principiés ou formés eux-mêmes d'autres principes beaucoup plus simples qu'eux. J'ai donc cru devoir abandonner cette ancienne expression de *principes* des végétaux, pour y substituer celle de *matériaux immédiats*, qui rend très-bien l'idée qu'il faut s'en former relativement à la composition végétale.

4. Il n'est presque pas nécessaire de rappeler ici que ces matériaux immédiats sont tous les produits du travail de la végétation ; il est seulement important de faire remarquer qu'une substance végétale ou qu'une partie végétale n'est jamais constituée d'une seule matière, mais de plusieurs à la fois, qu'on peut séparer et obtenir isolément les unes des autres. Il s'ensuit que chacun des matériaux immédiats des végétaux doit être placé dans un genre particulier d'organes, et que c'est à la structure particulière de chaque organe qu'est due sa composition spéciale et en quelque sorte individuelle. Cependant, il ne faut pas croire qu'il y ait autant d'ordres de vaisseaux ou de cellules qu'il y a de matériaux immédiats des végétaux : car le nombre de ceux-ci va au moins à vingt, comme je l'indiquerai bientôt ; tandis que le nombre des genres de vaisseaux ne va qu'à cinq différens, comme je l'ai annoncé dans un article précédent. Il faut donc que chaque genre de tissus ou d'organes des végétaux contienne un certain nombre de matériaux immédiats divers les uns des autres. Ce que je vais dire de la manière d'obtenir ces matériaux confirmera cette assertion, puisqu'on peut en effet tirer d'un seul tissu quelquefois jusqu'à trois ou quatre de ces matériaux différens.

ARTICLE II.

De la maniere d'extraire les matériaux immédiats des végétaux.

1. Le caractère des matériaux immédiats des végétaux étant de présenter toutes les propriétés qu'ils avaient dans les plantes même dont ils faisaient partie, il est évident que pour les obtenir tels il faut employer des moyens qui ne puissent les altérer en aucune manière. Si chacun de ces matériaux était placé en particulier dans un lieu bien distinct, il suffirait de reconnaître pour chacun d'eux ce siége, et d'y puiser la substance que l'on voudrait se procurer en détachant cette partie; et dans ce cas le procédé serait entièrement mécanique. Ce moyen n'est praticable que pour ceux des matériaux qui, sous forme liquide, sont contenus dans des cellules particulières, pour ceux qui sous la forme solide ou pulvérulente sont séparés et recouverts d'une croûte ou d'une enveloppe membraneuse, ou enfin pour quelques-uns qui, bien isolés et produits d'une excrétion particulière, se présentent purs au dehors des végétaux et à l'extérieur de quelques organes, soit à l'écorce, soit sur les feuilles, soit entre les parties ouvertes des fleurs ou à la surface des fruits.

2. Il résulte de cette distinction qu'il y a d'abord trois moyens mécaniques aussi simples et aussi certains les uns que les autres d'extraire ou d'obtenir quelques-uns des matériaux immédiats des végétaux. Lorsque ces matériaux, souvent susceptibles de s'épaissir à l'air, sortent d'eux-mêmes sous forme liquide de quelques points de la surface des plantes, soit par l'extrémité des vaisseaux dilatés, soit par les fissures et les crevasses qui se forment à la suite de l'espèce de pléthore ou de turgescence qui a fortement distendu les parois de ces vaisseaux, on se contente de les séparer à la main. C'est ainsi

qu'on recueille les gommes, les résines et les baumes : c'est la nature elle-même qui en préparant ces sucs dans une classe de vaisseaux propres, les en fait sortir par une véritable sécrétion et excrétion assez semblable à celle qui a lieu dans les animaux. J'ai déja indiqué ailleurs ce procédé général sous le nom d'*analyse mécanique naturelle*. On voit qu'elle fournit des matériaux immédiats.

3. Quelques matériaux immédiats des végétaux, quoique très-abondans au sein de ces corps organisés et vivans, n'en sortent que difficilement et peu abondamment, ou même point du tout dans quelques circonstances. L'industrie humaine a su remédier à cet inconvénient, et créer une méthode simple pour augmenter leur écoulement trop lent à son gré, ou pour le déterminer quand il n'a pas lieu spontanément. C'est ainsi qu'on perce avec des tarières les arbres résineux, pour en obtenir les sucs, qui coulent alors abondamment ; les têtes de pavot pour en extraire le suc blanc, qui en se séchant sur les parois extérieures de ces capsules, y forme l'opium, les feuilles grasses d'aloës, les tiges de l'euphorbe, les racines du convolvulus scammonée, les troncs de beaucoup d'arbres, pour se procurer les sucs extractifs ou gommo-résineux qui y sont contenus plus ou moins abondamment. C'est encore par ce procédé qu'on extrait la manne des frênes, etc., la sève du bouleau, du charme, du hêtre, les pleurs de la vigne, le suc sucré de l'érable saccharin, le suc élastique de l'*hevæa caoutchouc*.

4. Dans d'autres cas, lorsque les sucs propres qui représentent quelques matériaux immédiats des végétaux, sont renfermés dans des vésicules nombreuses cantonnées dans quelques parties isolées ou faciles à isoler, on ouvre ces vésicules par le moyen des rapes, ou l'on enlève le tissu plus ou moins mou et délicat qui les contient, et on les exprime soit avec la main, soit à l'aide d'une presse : on sépare ainsi le suc d'avec le parenchyme solide et désorganisé appartenant aux vésicules qui

le tenaient renfermé. Ainsi l'on extrait l'huile volatile des écorces celluleuses du citron, du cédra, de la bergamotte.

5. Cette espèce de dissection, quoique grossière et désorganisante, ne suffit pas toujours pour obtenir plusieurs de ces matériaux liquides. Lorsqu'ils sont profondément cachés dans des vaisseaux qui occupent toute l'épaisseur, toute la continuité, et sur-tout la partie profonde d'un végétal frais, ou dans des cellules pratiquées dans le centre même des fruits ; lorsque ces sucs ne peuvent être extraits qu'après le broiement total ou la destruction complète du tissu entier; lorsqu'ils sont intimement mélangés avec des substances pulpeuses ou pâteuses qui en sont imprégnées : alors on est obligé de broyer, de moudre, de pulvériser ces végétaux ou ces parties de végétaux, et de soumettre la pulpe ou la pâte qui en résulte à l'effort plus ou moins violent d'une presse. On traite ainsi les graines huileuses et féculentes pour en tirer l'huile, les plantes tendres et succulentes pour en séparer les sucs. Le broiement ou la forte pression font ordinairement couler plusieurs matériaux immédiats liquides à la fois, et une partie du parenchyme fibreux, muqueux, féculent ou ligneux qui formait la portion solide; mais le repos et la décantation suffisent le plus souvent pour purifier ces matériaux et les départir assez exactement, de sorte à n'avoir pas besoin d'autre moyen.

6. La filtration à travers les linges ou le papier est un des moyens les plus simples et les plus sûrs de séparer plusieurs des matériaux immédiats des végétaux confondus ensemble dans un liquide : les fécules légères qui troublent les sucs, les sucs muqueux mêlés de corps résineux ou huileux qui ne passent pas à travers les papiers fins déja mouillés, sont très-aisément séparés les uns des autres par ce procédé mécanique. Le seul repos suffit souvent pour obtenir cette séparation. Ainsi, par exemple, le suc acide et exprimé des citrons, celui des oranges, des groseilles, des framboises, des cerises, etc., gardé quelque temps, dépose une quantité plus ou moins grande de mucilage

gelatineux fade, qui était d'abord dissous dans l'acide : mais presque toujours cette séparation, cette espèce de départ, dues au temps, ne s'opèrent qu'aux dépens d'une altération intime, d'un changement plus ou moins avancé dans la nature même des liquides végétaux, qui, comme je l'ai déja annoncé, sont extrêmement décomposables. On ne doit donc avoir recours à ce moyen pour obtenir divers matériaux immédiats contenus dans ces liquides, que dans le cas où ils se séparent très-promptement, et avant qu'on puisse soupçonner une altération quelconque dans la combinaison de ces matériaux; altération qui a lieu quelquefois avec beaucoup de célérité.

7. Quand les matériaux immédiats qu'on veut séparer sont sous la forme solide et susceptibles de prendre celle de poussière par la trituration ou le broiement, après les avoir réduits en pulpe ou en pâte, soit à l'aide de l'eau de verdeur des parties végétales qui les contiennent, soit à l'aide de l'eau qu'on peut y ajouter en les broyant ou les écrasant par différens moyens, on les délaye dans une grande quantité de nouvelle eau, qui, en écartant les unes des autres toutes les molécules pulvérisables, les tient d'abord suspendues pendant quelque temps, et les laisse ensuite déposer ou précipiter plus ou moins pures, isolées et séparées, ou privées de la portion de matière dissoluble et étrangère aux matériaux pulvérulens qui restent dans l'eau. Cette espèce de lavage est particulièrement employé pour obtenir les fécules amilacées, les fécules fibreuses.

8. Tous les moyens énoncés jusqu'ici sont entièrement mécaniques; il en est quelques autres qui, sans avoir la même simplicité et appartenant à quelques opérations chimiques, n'exigent pas cependant des instrumens ou des actions assez énergiques pour altérer ou changer au moins sensiblement la nature et la composition des matériaux immédiats des végétaux. Telle est, dans plusieurs circonstances de cette extraction des matériaux immédiats des plantes, l'action du feu. Souvent

ces matériaux, profondément cachés ou intimement cantonnés dans l'intérieur des cellules végétales où ils sont en même temps solidifiés et attachés à leur surface, ne peuvent en être extraits par des moyens mécaniques ; la simple dissection, le broiement, le lavage ne peuvent plus alors les détacher des lieux où ils sont adhérens, et les séparer pour les faire obtenir en particulier. Souvent encore, quoique n'ayant pas l'état solide dont je viens de parler, et quoique sous forme liquide, leurs gouttelettes imperceptibles sont logées dans des cellules si petites, et enveloppées de parois en même temps si sèches, qu'on essaierait en vain de les en extraire par tous les procédés de trituration et de pression indiqués. Alors en laissant macérer les parties végétales qui les recèlent pendant quelques heures dans l'eau froide, les parois des cellules où elles sont contenues se ramollissent et se distendent ; les gouttelettes ou les plaques lamelleuses des matériaux immédiats dont je parle commencent à s'isoler, à se détacher ; et en appliquant ensuite une légère chaleur à ces parties végétales ainsi macérées, le calorique qui pénètre les molécules des matériaux immédiats qu'on veut obtenir les fond quand elles sont solides, les détache davantage quand elles sont liquides, et finit par les volatiliser, leur donner la forme de vapeur et les faire extraire par la distillation. Voilà ce qui arrive dans la distillation pratiquée pour obtenir les huiles volatiles ou essentielles. On voit que ce procédé chimique est fondé sur la propriété dont jouissent ces matériaux immédiats, de se fondre et de se réduire en vapeur sans éprouver aucune espèce d'altération dans leur nature et leur composition. Il n'y a cependant que très-peu de ces matériaux qui soient susceptibles de se dégager ainsi sans altération et par la seule action fondante et volatilisante du feu.

9. Mais comme beaucoup d'autres de ces matériaux, placés dans la même condition que les précédens, c'est-à-dire renfermés dans des cellules trop petites, ou épaissis et solidifiés,

de manière à ne pas pouvoir être extraits par un moyen d'écoulement quelconque, sont en même temps dissolubles sans être altérables par l'eau, l'alcool, les huiles, et quelquefois même par des acides très-affaiblis; on se sert, faute d'autres procédés praticables pour leur extraction, de l'un ou de l'autre de ces dissolvans pour les obtenir à part. Quelquefois à la vérité deux ou même un plus grand nombre de ces produits immédiats de la végétation se dissolvent à la fois dans le même liquide employé pour les extraire : alors on pratique différens moyens pour les obtenir séparés ; une évaporation douce, le mélange de diverses liqueurs, quelquefois même certains réactifs appropriés remplissent ce but. On imite encore ici, comme dans tous les procédés précédens, la méthode de la nature, qui porte, par la dissolution aqueuse de la sève ou des sucs propres, les matériaux immédiats des plantes vers l'extérieur de ces corps organisés, et en confie très-souvent la séparation par l'évaporation à l'air et à la chaleur atmosphériques.

10. En un mot, toutes les opérations ou mécaniques ou chimiques, mais non altérantes, que l'on pratique pour se procurer les différens matériaux immédiats des végétaux et les produits divers auxquels la végétation a donné naissance, quelque variées qu'elles soient, même dans l'exposé succinct que je viens d'exposer, et plus encore dans le génie et les ressources du chimiste qui veut les obtenir, se concentrent dans ce seul point, de séparer, sans leur faire subir de changement qui puisse les dénaturer, les différentes matières qui sont contenues dans un végétal tout entier; de reconnaître chacune de ces matières, et de pouvoir ensuite l'examiner chacune en particulier pour en déterminer les caractères, les propriétés, les différences respectives et la composition : en sorte que l'extraction et la séparation mutuelles de tous ces matériaux immédiats est la première espèce d'analyse que l'on applique aux végétaux.

ARTICLE III.

Du dénombrement, de la classification des matériaux immédiats des végétaux.

1. Quand on est parvenu à trouver les moyens d'extraire et de séparer les unes des autres les différentes matières qui forment les composés végétaux, et à reconnaître ainsi ce qu'on nomme les matériaux immédiats des plantes, les premières questions qui se présentent à l'esprit sont celles du nombre et de la différence de ces matériaux même. On se demande à quel caractère peut-on reconnaître cette différence des matériaux entre eux, et à quel nombre s'élèvent leurs espèces ou plutôt leurs genres. Sous cette double question est compris l'exposé de ce que je nomme classification et dénombrement des matériaux immédiats. Pour les bien saisir, il faut se reporter à l'époque où les chimistes, avertis par les procédés des arts, et sur-tout par les manipulations pharmaceutiques, qu'on pouvait extraire d'un végétal ou des diverses parties d'un végétal, de sa racine, de sa tige, de ses feuilles, des matières diverses entre elles, ayant cherché à comparer ces matières les unes avec les autres, ont dû trouver que malgré la diversité si remarquable entre les nombreux végétaux qui ornent la surface du globe, on pourrait cependant établir des rapprochemens entre les matériaux qu'on séparait souvent même des plantes les plus opposées entre elles par leur structure et leurs propriétés.

2. Ce fut alors que se formant, pour la première fois, une idée nette de la composition végétale, ils reconnurent que dans toutes les plantes on trouvait des matériaux analogues, et ils commencèrent à former ces rapprochemens dont je viens de parler; ils virent que parmi ces matériaux les uns étaient liquides et les autres plus ou moins solides; les

uns dissolubles et d'autres indissolubles dans l'eau ; les uns avaient une consistance glutineuse, les autres une liquidité plus ou moins grande ; les uns étaient inflammables, immiscibles à l'eau ; les autres n'avaient ni la même inflammabilité, ni la même immiscibilité ; en un mot, ils formèrent ainsi des suites de caractères ou de propriétés qui servirent à distinguer ces matériaux entre eux. De là est venue peu à peu la distinction et la classification de ce qu'ils ont nommé si long-temps principes immédiats des plantes. Le nombre de ces principes s'est plutôt accrû à mesure que les recherches des chimistes se sont multipliées, et que le besoin de disposer régulièrement entre eux, ou de coordonner méthodiquement ces matériaux immédiats, s'est fait sentir.

3. En supposant qu'on connaisse et qu'on puisse recueillir en particulier tous les matériaux immédiats dont la réunion forme l'ensemble des végétaux ; on se figure, pour représenter cet ensemble et pour procéder avec ordre à l'analyse végétale, toutes les plantes mêlées et broyées pour ainsi dire, ne formant ensemble qu'une seule masse produite par la végétation considérée dans son intégralité, soumise ensuite aux différens moyens d'extraction que j'ai fait connaître, et séparable en une série de matières diverses ; on se figure cette séparation ou cette extraction poussée jusqu'au point où l'on ne pourrait plus aller au-delà sans détruire la composition même et sans dénaturer ces diverses matières. Telle est l'idée qu'il faut se former des produits de l'analyse immédiate ou des matériaux immédiats des végétaux. Chacun d'eux n'est plus alors considéré comme appartenant en particulier à telle ou à telle plante, mais à tout l'ensemble de la composition végétale, mais à toute la masse des plantes existantes. Chacun d'eux, d'une nature générale identique, représente en quelque sorte la même matière existante dans tous les êtres végétaux. Par exemple, le suc gommeux et le suc sucré sont les mêmes dans tous les végétaux ; à quelque plante ou partie de plante

qu'on les ait empruntés, ils sont très-exactement les mêmes : en sorte qu'avec quelques végétaux seulement, pourvu qu'on les choisisse de manière à ce qu'ils puissent fournir tous les composés qu'on a reconnus jusqu'ici parmi les matériaux immédiats des plantes, on est censé procéder à l'analyse végétale dans toute son étendue.

4. Sans doute il n'est pas permis d'assurer encore qu'on est arrivé au terme de la découverte de tous les matériaux immédiats des végétaux, qu'on les a extraits et qu'on les connaît tous, qu'il ne reste plus rien à découvrir parmi ces matériaux ; et cette assertion serait même repoussée par les huit ou dix principes nouveaux, acides ou autres, qu'on a trouvés depuis vingt ans, et qui ont été ajoutés à la liste de ceux qu'on avait reconnus et distingués auparavant. Sans doute cette liste, loin d'être fermée au moment où l'on est parvenu, ne devra peut-être jamais l'être, et l'on ne peut limiter ce qui reste à faire en ce genre à l'esprit humain ; mais il faut cependant se donner une sorte de limite dans l'état actuel de nos connaissances ; il faut en prenant la science où elle est arrivée, ne fût-ce que pour dresser l'inventaire des notions acquises, offrir un dénombrement de ces matériaux ; et c'est à présenter ce dénombrement que les chimistes les plus habiles et les plus ingénieux se sont occupés depuis quelques années sur-tout.

5. Les uns ont pris pour base de l'espèce de classification qu'ils en ont faite, la manière même dont ils étaient extraits ou l'ordre d'analyse. C'est ainsi que Rouelle, dans son tableau du règne végétal, traitait successivement de l'analyse des plantes ou des matériaux séparés par le feu doux ou fort, par l'eau, par la fermentation, par l'alcool ; d'autres ont suivi une méthode relative à l'ordre de dissection des plantes, ou d'extraction naturelle et simple de leurs matériaux en rapport avec la structure ou les différens systêmes vasculaires des végétaux : telle est la marche de Bucquet. Quelques

autres ont tiré leurs principales divisions des propriétés usuelles ou industrielles. La plupart n'ont eu pour but que de les considérer comme des préparations médicamenteuses, et n'ont suivi qu'un ordre pharmaceutique. Un très-grand nombre ont simplement traité de ces matériaux d'après la série des opérations diverses qu'on leur fait subir. Aucune de ces méthodes n'a encore été systématique et fondée sur les propriétés comparées des différens matériaux immédiats des végétaux.

6. En considérant avec le plus de généralité ou sous le point de vue le plus étendu possible, les diverses manières de classer les produits ou matériaux immédiats des plantes, on voit qu'on peut admettre quatre genres principaux de division ou de classification entre eux. Et en effet, on peut suivre d'abord un ordre anatomique, et examiner successivement les matériaux des racines, de l'écorce, des tiges, des bois, des feuilles, des fleurs, des fruits et des semences, ou même, en s'attachant à la structure intérieure, ceux des vaisseaux communs, des vaisseaux propres, des vaisseaux utriculaires et des cellulaires. Mais ce premier ordre représenterait sans cesse les mêmes objets qu'on serait ainsi forcé de revoir sans cesse ; car chacune des parties des plantes, quoique très-différente par leur structure et leur place respective, contiennent souvent des matières analogues à celles qui sont contenues dans d'autres, et il est évident que le siége ou le lieu seul n'indique point une différence assez constante ou assez prononcée pour fournir une base certaine des divisions à établir entre ces divers matériaux.

On peut choisir pour cette base les propriétés même de ces matériaux, en les distinguant en nutritifs ou alimentaires médicamenteux, combustibles, textiles, fermentescibles, solides et permanens, etc. Mais ce second mode, qui peut avoir son avantage dans les applications de la science, a cependant trop peu de rapports avec les vues philosophiques et la marche

individuelle de celle-ci, pour qu'il soit permis d'y trouver l'avantage qu'on y cherche.

7. Une troisième méthode de distinction entre ces corps ou composés végétaux distincts pourrait être puisée dans des caractères vraiment chimiques, ou dans les propriétés intimes qui les séparent et les font reconnaître. Par exemple, il y a des matériaux immédiats muqueux, d'autres sont sucrés, ceux-là sont acides, ceux-ci huileux et inflammables; tels colorés, tels solides et indissolubles, tels autres rapprochés des matières animales. On pourrait même combiner avec cette première division celle qui considérerait ces matériaux par leur état ou leur consistance comme liquides, moux, fibreux, glutineux, lamelleux, pulvérulens; celles encore qui les partageraient par la saveur en doux et fades, doux et sucrés, acides, acerbes, amers, âcres; par l'odeur, en odorans, inodores, fétides, aromatiques. Cette manière de disposer les matériaux des végétaux est une des plus utiles et des plus philosophiques; elle tient aux propriétés chimiques d'une part, tandis que de l'autre elle conduit à la connaissance des propriétés avantageuses ou usuelles : elle mérite donc, à tous égards, la préférence sur les deux premières, et l'on verra bientôt que c'est celle dont je me rapproche le plus.

8. Enfin la quatrième méthode, la plus philosophique de toutes, qui suppose le plus d'avancement dans la science, qui ne peut encore être présentée qu'en apperçu ou en espérance, qui, en un mot, est encore bien éloignée de pouvoir être amenée au point de perfection qu'elle doit atteindre quelque jour, et qui alors sera suivie d'un commun accord par tous ceux qui s'occuperont de l'étude de la nature, est celle qui, se fondant sur la marche même de la végétation, de la chimie végétative, placera les matériaux immédiats suivant l'ordre de leur formation successive dans les plantes, disposera ces matériaux suivant les temps et les époques de leur apparition et de leur création. Pour bien connaître cette

dernière division, je dois annoncer ici que malgré le peu de progrès réels qu'a faits encore la science chimique dans la connaissance des phénomènes de l'accroissement et de la vitalité particulière des plantes ; elle est cependant assez élevée déja dans ses conceptions et ses expériences pour reconnaître que les matériaux immédiats des végétaux se forment successivement, à différentes époques de la végétation ; que chacun d'eux appartient en quelque manière à une de ces époques ; par exemple, la sève muqueuse et le mucilage aux premiers temps de la végétation, le corps sucré à la germination et à la maturation des fruits, le corps ligneux à l'accroissement et la frutescence, l'huile et la cire à la fructification ; que tous ces matériaux divers ne sont que des modifications progressives d'une seule matière, d'un seul composé ternaire ou quaternaire primitif qui semble commencer par la gomme séveuse et finir par le bois et l'écorce ; et qu'ainsi en recherchant, soit par l'examen attentif des phénomènes même de la végétation, soit par l'analyse comparée des divers matériaux végétaux, analyse placée en quelque sorte à l'autre extrémité de cette chaîne philosophique, on pourra trouver quelque jour l'ordre, la succession, l'époque de formation de chaque matière végétale immédiate.

9. C'est en combinant, autant que l'état de la science me l'a permis, ces deux dernières bases, les caractères chimiques d'une part, et la succession ou l'époque relative de la formation de l'autre, que je donnerai ici la classification et le dénombrement des matériaux immédiats des végétaux, dont je porte le nombre à vingt matières différentes ; savoir,

A. La sève.
B. Le muqueux.
C. Le sucre.
D. L'albumine végétale.
E. L'acide végétal ou les acides végétaux.
F. L'extractif.

G. Le tannin.
H. L'amidon.
I. Le glutineux.
K. La matière colorante.
L. L'huile fixe.
M. La cire végétale.
N. L'huile végétale.
O. Le camphre.
P. La résine.
Q. La gomme résine.
R. Le baume.
S. Le caoutchouc.
T. Le ligneux.
U. Le suber.

10. J'observerai que sur les vingt matériaux que je viens de désigner, les six premiers sont souvent dissous dans l'eau de la plante, circulant avec la sève, ou susceptibles de se dissoudre dans l'eau qu'on y ajoute; les trois suivans, l'amidon, le glutineux et la matière colorante, sous forme pulvérulente ou lamelleuse; les corps huileux, depuis l'huile fixe jusqu'au caoutchouc inclusivement, inflammables et indissolubles dans l'eau, sont renfermés dans des cellules ou des vaisseaux particuliers: et les deux derniers, le ligneux et le suber, forment la partie solide, indissoluble, le soutien et l'enveloppe commune de toutes les parties des végétaux. De ces vingt substances il y en a au moins quatre que les chimistes ont méconnues avant moi, ou n'ont point distinguées des autres matériaux, ou qu'ils ont négligé d'étudier comme produits particuliers; ce sont l'albumine, la cire, le ligneux et le suber. Chacun de ces matériaux immédiats, dont je vais examiner les propriétés, doit être regardé comme un genre particulier de composés végétaux auquel seront rapportées des espèces ou des variétés, suivant les légères différences qu'elles jouiront d'avec les divers végétaux; en examinant chacun de ces

corps j'y considérerai successivement et dans le même ordre pour tous :

A. Le siége qu'il occupe.
B. Les procédés de son extraction.
C. Ses propriétés physiques.
D. Ses produits chimiques.
E. Ses espèces ou variétés.
F. Ses usages.

ARTICLE IV.

Du premier des matériaux immédiats des végétaux, ou de la sève.

A. *Siége.*

1. Je désigne la sève comme le premier des matériaux immédiats des végétaux, parce que c'est ce liquide qui se montre en effet le premier dans la végétation. Lorsque ce mouvement, qui s'établit dans les arbres et dans les plantes aux premières chaleurs du printemps et à la suite du long sommeil où le froid de l'hiver les a plongées, commence à dilater leurs bourgeons et à faire épanouir leurs feuilles, la sève, qui gonfle les vaisseaux communs et peut-être même à cette époque tous les ordres de vaisseaux de ces corps organisés, ouvre, pour ainsi dire, par sa marche, la scène de la végétation; elle s'élève de la racine dans la tige, et de celle-ci par les prolongemens médullaires sous l'écorce et à toutes les extrémités des arbres et des plantes qu'elle dilate, qu'elle développe et qu'elle fait croître avec plus ou moins d'activité. Dans cette pléthore, cette turgescence générale des vais-

seaux de ces êtres, quelques parties de leurs parois ne sauraient résister à la distension qu'elles éprouvent ; il se fait des fentes, des crevasses ; la sève se fait jour par tous les côtés, et s'écoule avec plus ou moins de force, soit par les fissures corticales, soit aux environs des bourgeons, soit aux extrémités des tiges.

B. *Extraction.*

2. Si l'on coupe de jeunes branches à telle époque du mouvement de la sève, et si l'on en reçoit l'extrémité coupée dans un flacon, il s'échappe une quantité assez grande de ce liquide pour en obtenir près d'un demi-kilogramme (12 à 16 onces) en vingt-quatre heures. Si l'on perce horizontalement le tronc des arbres avec une tarière, il en découle assez pour qu'on en recueille des quantités utiles à plusieurs arts, et spécialement à la préparation d'une liqueur acidule et vineuse très-employée et très-utile dans plusieurs forêts de l'Allemagne. On extrait sur-tout abondamment la sève du bouleau pour cet usage. En Amérique on retire par le même procédé la sève de plusieurs espèces d'érable, pour en extraire du sucre semblable à celui que fournit l'espèce de graminée cultivée dans les colonies des Européens en Amérique. On savait déja, par ces deux genres d'expériences faites fort en grand, que la sève des arbres contenait de la matière sucrée, et qu'elle était susceptible de fermenter ou de donner une liqueur vineuse ; mais il y avait bien loin de ces première idées aux découvertes très-remarquables qui ont été faites depuis quelques années sur cet objet par les citoyens Vauquelin et Deyeux.

C. *Propriétés physiques.*

3. La sève est un liquide limpide et sans couleur, qu'on a cru long-temps être de l'eau pure, et qu'on nommait, à cause de cela, *pleurs*. Sa saveur est quelquefois fade, légère-

ment salée, quelquefois sucrée, presque toujours acide piquante ou aigrelette. Lorsqu'elle vient d'être extraite des arbres, elle ne contient aucun corps étranger, aucune matière solide, aucun flocon, aucune couleur; souvent elle mousse beaucoup par la plus légère agitation. Quand on perce même ou qu'on scie les arbres jusqu'à leur centre, et qu'on prête l'oreille près du trait de scie, on entend un pétillement, un bruissement parfaitement semblable à celui de bulles d'air qui traversent avec effort et compression un liquide d'où elles s'élancent avec peine. Gardée quelque temps dans une bouteille bien bouchée, elle fait une effervescence spontanée qui pousse le bouchon comme le fait le vin mousseux : alors elle devient fortement acide, rougit vivement les couleurs bleues végétales, et se trouble plus ou moins sensiblement. Sa consistance n'est jamais muqueuse ni filante; elle est au contraire très-légère et bien liquide. On ne peut donc pas la confondre avec aucun des matériaux qui seront examinés après elle, puisqu'elle n'a aucun de leurs caractères apparens.

D. *Propriétés chimiques.*

4. La sève exposée au feu se remplit de bulles, se boursoufle et donne facilement du gaz acide carbonique; elle répand, quand on l'évapore, une forte odeur de vinaigre; elle fournit un extrait d'un beau rouge mêlé de tannin : ce dernier existe dans les sèves de chêne et de hêtre. Elle donne quelquefois un peu d'albumine; mais alors elle ne contient point de tannin; on y trouve de la matière sucrée, sur-tout dans celle d'érable et de bouleau; elle brunit en s'évaporant; elle donne aussi du carbonate d'ammoniaque quand on la distille à siccité. Parmi ses produits on distingue du vinaigre, qui est d'autant plus abondant, qu'on l'a gardée plus de temps depuis son extraction des arbres jusqu'à l'époque où on la soumet au feu. Dans son charbon on trouve du car-

bonate de potasse, du carbonate de chaux, du muriate et du sulfate de potasse. Tels sont les phénomènes décrits par les citoyens Deyeux et Vauquelin, d'après le traitement de la sève par le feu.

5. Quand on laisse de la sève à l'air, elle se colore en jaune et en brun; elle dépose beaucoup de flocons que le citoyen Deyeux croit être une espèce de substance végéto-animale ou glutineuse tenue en dissolution par l'acide acéteux. Elle fermente bientôt, donne beaucoup de gaz acide carbonique, s'aigrit plus fortement, forme cependant une espèce de liqueur vineuse et acidule, d'où on peut extraire de l'alcool par la distillation. Si on la laisse plus long-temps s'altérer à l'air, elle prend une odeur fétide, brunit fortement, dépose un mucilage filamenteux et collant, noirâtre à sa surface; elle finit par être ammoniacale. Ainsi elle est susceptible d'éprouver les trois fermentations vineuse, acide et ammoniacale ou putride.

6. La sève se mêle en toutes proportions à l'eau, qui la délaie, l'étend et la dissout lorsqu'elle est épaisse et visqueuse, qui facilite aussi la séparation de ses divers flocons, et les mouvemens d'altération spontanée que sont susceptibles d'éprouver les différens matériaux qui la constituent. Elle prend seulement moins de coloration après avoir été étendue d'eau.

7. Les acides puissans en chassent l'acide carbonique et l'acide acéteux, et forment des sels calcaires et à base de potasse, qu'on trouve en évaporant les sèves où ils ont été ajoutés. Ils en séparent aussi des flocons concrets, au moins dans plusieurs espèces de sève. Quand ils sont concentrés, l'acide sulfurique sur-tout, ils brûlent et noircissent, en les charbonnant, les matériaux extractif et glutineux qu'elles contiennent. L'acide nitrique en convertit les extraits en acides muqueux et oxalique; ce dernier y montre la présence de la chaux.

8. Les alcalis s'unissent promptement et facilement à la sève; ils saturent l'excès d'acide qu'elle contient presque toujours; ils l'empêchent de déposer et de précipiter aussi vîte qu'elle le

ferait spontanément ; ils s'opposent à ses mouvemens de décomposition et de fermentation ; ils retiennent en dissolution le tannin, les extraits ou la matière végéto-animale qu'elle paraît contenir quelquefois.

9. Les sels proprement dits ne font que dissoudre les matériaux de la sève, en arrêter la fermentation, en conserver l'intégrité sans leur faire éprouver d'altération, et sans pouvoir servir à en faire connaître les principes.

10. Il en est de même des métaux et des dissolutions métalliques ; ils ne peuvent pas fournir de grandes lumières sur la nature de la sève : les premiers sont colorés ou dissous ; les seconds s'y unissent quelquefois aux acides qui y sont contenus et les saturent ; les dissolutions métalliques y sont toutes précipitées, soit par les matières extractives, soit par les acétites, qui font partie de cette liqueur végétale, et qui agissent sur les sels métalliques par les doubles attractions électives.

11. Le citoyen Deyeux a conclu de ses expériences que la sève était une liqueur composée, qu'elle contenait de l'acétite calcaire et une matière végéto-animale unie à l'acide acéteux : c'est à cette matière qu'il attribue la précipitation spontanée des sèves à l'air, la formation de l'ammoniaque et l'odeur de corde brûlée que répand le résidu de son évaporation mis sur les charbons allumés. Il compare cette substance à la matière glutineuse du froment également dissoluble par l'acide acéteux, et formant de l'ammoniaque.

12. Après le travail du citoyen Deyeux, fait en germinal et floréal de l'an 4, le citoyen Vauquelin en a fait un pareil sur les sèves à la même époque de l'an 5. Le premier avait examiné la sève de charme et de vigne ; le second a analysé celles de l'orme, du bouleau, du hêtre et du charme : dans toutes, il a constamment trouvé de l'acétite de potasse et de l'acétite de chaux, quelquefois de l'acide acéteux en excès, quelquefois du carbonate de chaux et de l'acide carbonique, une matière sucrée, du tannin, de l'acide gallique, deux extraits

très-colorés ; l'un dissoluble dans l'alocol, et l'autre seulement dissoluble dans l'eau. Il en conclut que toutes les sèves sont acides, qu'elles contiennent ou de l'acide acéteux, ou de l'acide carbonique, ou tous les deux à la fois ; qu'une partie de l'acide acéteux y est combinée à la potasse, et une autre à la chaux ; que les sèves qui contiennent de l'acide acéteux libre ne contiennent point d'acide carbonique, ni libre, ni uni à une base, mais que souvent tous les deux acides se trouvent combinés avec ces deux bases dans la même liqueur séveuse ; que toutes les sèves contiennent des matières végétales qui se colorent à l'air et par la chaleur ; qu'elles donnent toutes de l'ammoniaque à la distillation ; qu'on trouve aussi dans toutes du muriate et du sulfate de potasse.

13. Il est aisé de concevoir, d'après les intéressantes découvertes des deux chimistes français, que la sève est une liqueur très-composée, jusqu'à un certain point comparable au sang, contenant une grande partie des matériaux des plantes, disposée à les former tous, suivant les différens lieux qu'elle est destinée à parcourir, et où elle séjourne. Je ferai voir par la suite qu'une portion des matières qui y sont tenues en dissolution proviennent des terrains même où plongent les racines.

E. *Espèces ou variétés.*

14. On est encore fort éloigné d'avoir examiné un assez grand nombre d'espèces ou de variétés de sèves, pour pouvoir tirer des conclusions générales et certaines sur leurs propriétés comparées. On n'a encore analysé que les sèves de vigne, d'orme, de bouleau, de hêtre, de chêne et de charme. Voici ce qui résulte déja sur la différence de ces liqueurs, d'après l'analyse comparée qui en a été faite.

Les sèves de chêne et de hêtre contiennent de l'acide gallique et du tannin ; elles ne peuvent pas tenir en même temps de substance animale, puisque ce principe la précipiterait. Aussi,

en mêlant ces sèves avec du blanc d'œuf à une solution de colle et à une dissolution de gluten de la farine dans le vinaigre, le citoyen Vauquelin a-t-il obtenu un précipité de matière animale tannée. Après avoir séparé ce précipité, la liqueur surnageante contenait de l'acide gallique, des acétites de potasse et de chaux, et deux extraits : l'un dissoluble dans l'alcool ; l'autre mucilagineux, indissoluble dans cette liqueur et susceptible d'être converti en acides muqueux et oxalique par l'acide nitrique.

Les sèves de bouleau et d'érable contiennent assez de matière sucrée pour qu'on puisse l'extraire avec avantage, et pour qu'elles forment une espèce de liqueur vineuse par la fermentation qu'elles sont susceptibles d'éprouver.

Enfin il est plusieurs sèves qui contiennent une quantité notable de nitrate de potasse.

Il n'est pas besoin de faire observer ici combien il peut être utile et intéressant d'analyser les sels de plusieurs arbres, quels résultats intéressans on pourra obtenir de cette analyse, et pour le complément des connaissances chimiques sur les composés végétaux, et par suite sur la physique végétale.

F. *Usages.*

15. Il n'est pas difficile de voir que l'usage de la sève dans l'économie de la nature est de servir à la végétation en développant les parties des plantes, et à la formation des différens matériaux immédiats des plantes ; que ce liquide est la principale source de toutes les liqueurs végétales, et même de leurs matériaux solides.

16. Quoiqu'on ne puisse pas dire que les sèves soient de véritables alimens, celles qui contiennent du sucre peuvent, jusqu'à un certain point, remplir ce but. On en fait des boissons et des liqueurs vineuses, fortifiantes et rafraîchissantes, dont les médecins font beaucoup de cas, et qu'ils emploient en plusieurs parties de l'Allemagne pour le traitement des maladies

aiguës et fébriles. D'ailleurs l'usage qu'on fait, dans l'Amérique septentrionale, de la sève des érables pour en extraire le sucre, qui remplace celui des cannes africaines ou américaines, prouve qu'on peut ranger cette liqueur dans la classe des alimens au moins auxiliaires.

Addition à l'article de la sève, relative au suc exprimé des plantes.

1. On peut ranger à la suite de la sève et regarder même comme espèce de ce liquide ce qu'on nomme le suc des plantes, et qu'on extrait, soit par l'usage médicinal dans les laboratoires de pharmacie, soit comme matière utile aux arts dans quelques ateliers de manufactures. En effet ces sucs, à quelques plantes qu'on les emprunte, ou de quelque végétal frais qu'on les retire, sont composés en grande partie de la sève, puisqu'en broyant ces corps organisés dans un mortier, on brise et l'on ouvre dans toutes leurs continuités les vaisseaux communs ou séveux qui en sont remplis. Le procédé pour les obtenir est extrêmement simple. On hache les plantes fraîches, vertes et succulentes, ou on les broie dans un mortier de marbre ou de bois; on préfère sur-tout ce dernier, quand on opère sur des herbes acides; on les réunit avec la main comme une espèce de boule qu'on exprime fortement, ou bien on les enferme dans un linge que l'on noue, et qu'on met ensuite à la presse; quelquefois, pour faire couler le suc qu'elles contiennent, on ajoute de l'eau, lorsque les plantes sont trop sèches ou lorsqu'elles sont trop visqueuses.

2. Comme par cette manipulation on obtient des sucs très-colorés, très-troubles et très-chargés du parenchyme fibreux des plantes que le pilon ou les instrumens tranchans ont dilacérées dans tous leurs points, on conçoit que ces sucs ne sont rien moins que le liquide pur qui distendait leurs vaisseaux.

Non seulement ils contiennent la sève, mais ils sont encore mêlés des liquides enfermés dans les vaisseaux propres, des mucilages enlevés aux utricules et aux couches corticales, de la fécule ou des portions fibreuses plus ou moins fines arrachées au tissu même des végétaux. De ces différentes matières ajoutées à la sève, les unes, dissoutes dans l'eau, ne peuvent être séparées de celles qui appartiennent à la sève que par des procédés chimiques plus ou moins compliqués; les autres, n'étant que disséminées et suspendues dans le liquide, et consistant dans des molécules solides, sont beaucoup plus faciles à en précipiter.

3. La séparation de ces dernières, qui ôtent la transparence et la pureté aux sucs exprimés des plantes, est spécialement recommandée dans les laboratoires de pharmacie pour opérer ce qu'on nomme défécation: souvent le seul repos suffit pour remplir cet objet. Quand le suc est très-fluide, les molécules fibreuses de la feuille se rapprochent, se rassemblent, se déposent, sous la forme de flocons plus ou moins verts, au fond du liquide, et il n'y a plus qu'à décanter celui-ci pour l'avoir bien pur. On ne peut, à la vérité, employer ce procédé simple que dans le cas où le suc n'est pas susceptible de s'altérer, où il ne contient pas de principe volatil et odorant qu'il est nécessaire d'y conserver pour qu'ils jouissent de toutes leurs propriétés médicinales: car la précipitation spontanée et le dépôt complet de la fécule exigent souvent plusieurs heures; et ce temps suffit quelquefois pour qu'un mouvement intérieur d'altération quelconque s'établisse dans les sucs, sur-tout lorsque la température est élevée au-dessus de quinze degrés dans l'atmosphère.

4. Quelquefois on a recours à la filtration à travers le papier non collé pour séparer la fécule des sucs; et ce procédé n'est pratiqué que pour les plus fluides et les plus légers, qu'il faut purifier promptement, comme pour ceux de joubarbe, de pourpier, de laitue, de chicorée, etc. Dans d'autres circons-

tances, et sur-tout quand on a à faire à des sucs un peu visqueux, mucilagineux, épais, qui ne contiennent d'ailleurs rien de volatil, comme les sucs de bourrache, de buglose, de pariétaire, d'ortie, de vipérine, et en général pour ceux qu'on nomme nitreux ou savonneux, on les mêle avec un peu de blanc d'œuf et d'eau; on les agite ensuite, on les fait bouillir un instant, et on les filtre quand ils sont refroidis. L'albumine, en se coagulant, forme un réseau qui arrête et sépare, en s'élevant, toutes les particules féculentes qui troublaient la liqueur. Mais la chaleur de l'ébullition les colore beaucoup plus qu'ils ne l'étaient, et les altère sensiblement; en sorte que ce procédé n'est pas simplement déféquant, mais qu'il est vraiment décomposant.

5. Il y a des sucs dont l'altérabilité est si grande par rapport à la matière odorante qu'ils contiennent, et qu'il est nécessaire d'y conserver pour l'usage médical auquel on les destine, qu'on a été obligé de chercher les moyens d'en séparer la fécule assez promptement pour ne pas leur laisser le temps de s'altérer, et par des moyens assez légers pour qu'ils ne pussent pas influer sur leur nature intime. Tel est le procédé que l'on suit pour déféquer les sucs de cresson, de cochléaria, de becabunga, et tous les sucs antiscorbutiques, âcres et piquans dans leur odeur. Il consiste à les mettre dans un matras ou une bouteille dont on couvre l'extrémité du cou avec un parchemin mouillé et percé de quelques trous d'épingle, à plonger ce vase dans un autre vaisseau plein d'eau bouillante, et à le laisser quelques minutes dans ce bain : on voit sa fécule se rassembler en flocons concrets qui se déposent peu à peu au fond, et l'on filtre ensuite la liqueur qui n'a rien perdu de son odeur ni de ses propriétés. Ce procédé est fondé sur la nature de cette fécule qui paraît se rapprocher de l'albumine ou du glutineux, et, comme tel, se coaguler par l'action du feu, cesser alors de pouvoir rester suspendue dans ce liquide.

6. Enfin on emploie quelquefois un autre moyen encore

pour déféquer les sucs des plantes ; on y ajoute des acides végétaux, du jus de citron, du vinaigre, quelquefois même du vin et sur-tout du vin blanc : cette pratique est spécialement recommandée dans quelques dispensaires étrangers. A la vérité, elle n'est proposée que pour les sucs antiscorbutiques auxquels on associe ainsi une substance qui ne peut qu'augmenter son énergie, ajouter à leur puissance médicamenteuse ; elle est aussi fondée sur la propriété albumineuse et coagulable de la matière féculente. On voit bien que si ces sucs contiennent du glutineux, ce principe doit y rester en partie dissous par l'acide déféquant.

7. Les sucs épurés ou dépurés des plantes ont de grandes analogies avec la sève ; comme elle, ils contiennent souvent un acide à nu, et presque toujours des acétites, soit de potasse, soit de chaux ; comme elle ils se colorent au feu et à l'air ; comme elle ils se précipitent en flocons colorés par l'addition de l'acide muriatique oxigéné ; comme elle enfin ils donnent par l'évaporation des matières extractives rouges ou brunes. Ils en diffèrent cependant en ce qu'on n'y trouve que rarement de la matière sucrée et jamais le tannin ni l'acide gallique. En général, ces deux derniers matériaux ne se rencontrent que dans les sèves des arbres ; ils ont le plus intime rapport avec le corps ligneux ; ils forment ou la source ou le trop plein de cette substance solide. Les sucs de plantes diffèrent encore de la sève en ce qu'on y trouve souvent une plus ou moins grande quantité de mucilage gommeux qui n'existe que bien rarement ou jamais dans celle-ci ; et l'on voit que ces différences tiennent, soit à celle des plantes jeunes, succulentes, herbacées, d'où l'on exprime les sucs, soit à la manière même qu'on emploie pour les obtenir, à l'expression forte qu'on met en usage. Le citoyen Vauquelin vient de trouver assez abondamment le malate de chaux dans les sucs de joubarbe, *semper vivum tectorum*, et de plusieurs espèces de *sedum*.

8. Sous le point de vue chimique, les sucs exprimés appar-

tiennent de beaucoup plus près que les sèves à l'histoire de l'extrait ou de l'extractif en général. Quand on évapore les premiers liquides par l'action du feu pour obtenir ce qu'on nomme des *sucs épaissis*, tels que le suc de bourrache, l'élatérium ou le suc de concombre sauvage, le suc d'acacia, celui d'hypociste, de prunelles, l'opium, etc. on prépare véritablement des espèces d'extraits ou de mélanges extractifs assez semblables à ceux que l'on obtient par l'action de l'eau sur les substances végétales sèches. J'en reparlerai sous ce rapport dans un des articles suivans.

ARTICLE V.

Du deuxième des matériaux immédiats des végétaux, du muqueux ou des mucilages et des gommes.

A. *Siége.*

1. Le muqueux, corps muqueux ou mucilage, si reconnaissable à sa viscosité, à sa consistance épaisse et collante, à sa fadeur ou son insipidité, se rencontre dans beaucoup de parties végétales différentes les unes des autres : c'est un des matériaux immédiats des végétaux les plus répandus, et que le travail de la végétation paraît former avec le plus de facilité et de fréquence. On le reconnaît dans tous les organes des plantes, lorsqu'en les broyant leurs molécules sont adhérentes les unes aux autres et comme pulpeuses, lorsque tous les corps qu'on en approche s'y collent et y adhèrent, lorsqu'elles joignent à cette première propriété une insipidité ou une fadeur plus ou moins marquée, et une qualité inodore.

2. On le trouve dans un grand nombre de racines, telles que celles de mauve, de guimauve, de consoude, l'oignon de lys, etc., et en général dans celles des plantes jeunes, dans celles qui ne sont point de nature à devenir ligneuses, ou qui

ne le deviennent que très-tard. Il existe dans les tiges et sur-tout sous l'épiderme et entre les dernières couches corticales qu'il humecte, à travers lesquelles il se fait souvent jour pour s'écouler au dehors, comme on le voit si souvent dans les arbres fruitiers, sur-tout dans ceux dont le fruit est à noyau. Il se rencontre aussi dans les feuilles d'un grand nombre de végétaux presque à toutes les époques de la végétation, et dans toutes vers le commencement de leur sortie et de leur épanouissement. On s'en assure à cette époque, en écrasant le tissu délicat des feuilles entre les doigts; ce tissu adhère fortement à la peau; il accompagne souvent le tissu pulpeux ou parenchymateux des fruits, toujours les enveloppes des semences, tantôt à leur extérieur, tantôt à leur intérieur. Avant que les cotylédons soient formés et devenus secs et farineux, ils sont sous la forme gélatineuse, transparente et visqueuse du corps muqueux.

3. Très-souvent le muqueux est intimement mêlé ou même combiné avec quelques autres principes immédiats des végétaux, sur-tout avec le sucre et les acides, comme on le voit dans le plus grand nombre de fruits dont on peut extraire facilement le suc; quelquefois avec la fécule amilacée ou l'amidon, avec l'huile fixe, avec les résines ou des gommes résines. Lorsqu'il est seul et isolé, il forme souvent une véritable pléthore dans les divers organes des végétaux, et particulièrement entre les lames externes des couches corticales au dessous de l'épiderme, sur-tout vers les aisselles des rameaux, des pétioles, des pédoncules des fleurs ou des fruits: c'est le plus souvent par ces points, où se trouvent un grand nombre d'interruptions et de fissures dans la continuité de l'épiderme, que le muqueux sort et s'écoule au dehors des arbres qui en contiennent souvent une grande quantité.

B. *Extraction.*

4. Quand la surabondance du suc muqueux distend fortement les vaisseaux des arbres (car on ne remarque pas le même

phénomène dans les plantes herbacées), alors ces vaisseaux se rompent et le mucilage plus ou moins épais, visqueux, collant, sort en gouttes promptement desséchables à l'air. Alors la surface de ces arbres, et sur-tout les points d'insertion des branches, des rameaux, des pétioles, des feuilles, des péduncules, des fruits, des fissures qui se forment quelquefois sur ceux-ci, se couvrent de ces gouttes de muqueux qui, s'accumulant peu à peu, et se séchant à l'air, donnent naissance à des larmes, à des corps transparens, arrondis, irréguliers, quelquefois à des prolongemens stalactiformes à des espèces de lames ou de rubans lisses ou striés, blancs, jaunâtres, rougeâtres ou bruns, quelquefois opaques, qu'on connaît et qu'on recueille sous le nom de *gommes*. C'est ainsi que le voyageur qui parcourt l'intérieur de l'Afrique trouve presque par-tout sur ses pas les larmes de la gomme arabique qui pendent aux rameaux de l'acacia ou *mimosa nilotica*, dont ce pays est abondamment peuplé. C'est ainsi que dans nos vergers et dans nos jardins fruitiers, les abricotiers, les pêchers, les pruniers, les cerisiers, les amandiers, se couvrent, au commencement de l'été, de larmes gommeuses, qu'on sépare, et qu'on trouve dans le commerce désignées par le nom de *gomme de pays*.

5. Lorsque les arbres gommifères, sur-tout les vieux, sont surchargés de ce corps muqueux qui en gonfle les vaisseaux, on fait quelquefois avec succès, pour leur soutien et leur santé, des ouvertures longitudinales ou dans le sens de l'axe des arbres sur leur écorce. Dans ce cas, le suc gommeux sort plus ou moins abondant par ces incisions, et on peut en ramasser de plus grandes quantités. Comme la nature en offre assez copieusement pour tous les usages auxquels cette matière est destinée, on ne fait pas cette opération pour s'en procurer, mais seulement pour soulager les arbres.

6. Quand le muqueux, sous la forme d'un liquide épais et visqueux, est intimement ou profondément renfermé dans les organes des végétaux, comme dans les racines, etc.; quand

il est appliqué en couches sèches et vernissées à la surface des semences brillantes ou luisantes, comme dans la graine de lin ; quand il existe en couches minces, sans être sèches, au-dessous de cette tunique des semences, comme dans toutes celles des cucurbitacées, les pepins de fruits, du coing, etc. : on ne peut l'extraire ni par la trituration ni par la pression. Dans ce cas, on le délaie, on le dissout même à l'aide de l'eau chaude ou bouillante ; et c'est dans cet état qu'on le nomme spécialement *mucilage*. C'est ainsi que les sucs de quelques jeunes feuilles muqueuses et collantes, quand elles sont écrasées et réduites en pulpes, telles spécialement que celles de bourrache, de buglose, de vipérine, de scabieuse, etc., ne peuvent pas couler facilement sans addition d'eau avant de les exprimer, en raison de la grande quantité de mucilage qui accompagne leur sève, et qu'on est obligé d'extraire avec elle.

7. Souvent le mucilage combiné avec un acide végétal, et dissous ou rendu plus fluide par cet acide, s'écoule avec lui et donne au suc aigre une viscosité plus ou moins grande. Tels sont les sucs de limon, d'orange, de groseille, de fraise, de framboise, de cerise, de prune, de pêche, de pomme, d'épinevinette, de sorbier, de raisin, etc. etc. : on unit ensemble encore plus profondément leurs deux matériaux constituans, on en empêche la séparation, on en arrête l'altération en y dissolvant une quantité suffisante de sucre, comme on le fait dans la préparation connue sous le nom de *confitures*. Mais si, au lieu de suivre cette pratique, on abandonne ces sucs à eux-mêmes après les avoir exprimés des fruits, au bout de quelques heures, et sur-tout avec le contact de l'air, ils déposent le mucilage qu'ils contiennent sous une forme gélatineuse : on peut les séparer en plaçant ces liquides épais dans leur partie inférieure sur un tamis serré et fin, qui laisse peu à peu écouler la partie acide bien liquide, et qui arrête le suc muqueux. On le lave avec un peu d'eau pure pour enlever

la portion d'acide qu'il retient encore. Souvent il retient un peu de matière colorante qui lui donne une nuance jaunâtre, fauve ou rosée. En le faisant dessécher il prend plus de couleur, il diminue de volume, conserve de la transparence, et devient sec et cassant comme une véritable gomme.

8. Il y a des cas où le muqueux accompagne les huiles; celles qu'on nomme *fixes* en sont spécialement imprégnées: il forme alors ce que Schéele avait nommé *principe doux* des huiles. On ne l'en sépare que très-difficilement; quelquefois il s'en précipite spontanément par le repos, et se présente au fond de ces liquides comme un dépôt floconeux. Il nuit toujours à leur combustibilité, et contribue à former le champignon des mèches dans les lampes; il s'en dépose une portion plus ou moins abondante quand on fait chauffer ces huiles, et il y forme une sorte de précipité qui en trouble la transparence, et qui leur donne de la viscosité. Il se sépare aussi de ces corps inflammables par l'action de plusieurs réactifs, et spécialement par celle des oxides métalliques, comme l'a vu Schéele, et comme je le dirai en faisant l'histoire des huiles fixes.

C. *Propriétés physiques.*

9. Le muqueux existe dans trois états principaux, soit dans l'intérieur, soit hors des végétaux. Il est solide ou concret et friable, et en fragmens ou morceaux plus ou moins gros, presque toujours sphéroïdaux au dehors des arbres; il est ou en poussière disséminée ou en couches minces étendues sur la surface d'un grand nombre de graines; enfin il est en liquide visqueux, gluant, épais et collant dans les racines, les tiges, l'intérieur des semences. Son état liquide varie beaucoup de densité suivant une foule de circonstances qui tendent à l'épaissir ou à le dissoudre, spécialement suivant la saison sèche ou humide, suivant la proportion d'eau que les plantes peuvent absorber.

10. La nature visqueuse du corps muqueux mou, l'espèce de consistance glutineuse ou conglutinante sans être élastique, la tendance à adhérer qui existe entre ses propres molécules, et qui se communique aux diverses surfaces entre lesquelles on le place, jointes à la propriété cassante et pulvérisable dont il jouit quand il est bien sec et gommeux, prouvent qu'il doit le premier de ces caractères à la liaison que ses particules contractent avec l'eau et à leur attraction pour ce liquide.

11. Le muqueux bien pur n'a point de couleur. Il est blanc et transparent comme l'eau. Il n'est coloré que parce qu'il a éprouvé un premier point d'altération dans sa composition intime, ou parce qu'il est mêlé de quelque substance étrangère et de nature colorante. Il n'a point de saveur proprement dite, il n'est que douceâtre et fade. Toute saveur étrangère à celle-là, soit acide, soit astringente, soit sucrée, soit amère, est due à quelque matière étrangère qui lui est associée. Il est aussi entièrement inodore : lorsque réduit en poussière ou en vapeur à l'aide de l'eau bouillante, il est porté dans les narines, il n'y excite qu'une impression fort légère qui avertirait à peine de sa présence sans le secours des autres sens de la vue ou du toucher. Sa pesanteur spécifique, depuis la gomme la plus pure jusqu'à la plus mélangée, est à celle de l'eau :: 13,161 ou 14,817 : 10,000.

D. *Propriétés chimiques.*

12. Le muqueux, exposé sec ou dans l'état de gomme au feu ouvert ou avec le contact de l'air, se fond, se boursoufle, jaunit, rougit et brunit, se carbone en augmentant beaucoup de volume, et exhale successivement, pendant cette altération, une vapeur aqueuse, une fumée plus dense et d'une odeur aigre piquante qui n'est pas désagréable ; elle ne produit que quelques flammes légères : sur la fin de cette action, elle laïsse un charbon léger très-volumineux. Quand on la distille

dans un appareil convenablement disposé et muni de tubes pneumato-chimiques, elle fournit de l'eau, une liqueur rougeâtre acide, quelques gouttes d'huile brune, du gaz acide carbonique, un peu de gaz hidrogène carboné, et un charbon beaucoup plus volumineux et d'une autre forme que la gomme, d'une seule pièce quand celle-ci a été introduite en poudre ou en petits morceaux dans la cornue. L'eau dégagée a été composée de toutes pièces par la combinaison de l'hidrogène et de l'oxigène de la gomme, et elle n'était pas contenue dans ce corps. L'huile bien peu abondante est le produit d'une portion de carbone et d'hidrogène unis et sublimés ensemble ; le gaz acide carbonique provient d'une portion du carbone brûlé en particulier par l'oxigène à une haute température, et peut-être même d'une partie de l'eau déja formée, décomposée par le carbone, mis à nu et porté à la chaleur rouge : ce qui semble prouver le gaz hidrogène carboné qui l'accompagne, et qui, comme le premier gaz, ne se développe qu'en dernier et au plus grand feu. Le charbon, qui fait environ le cinquième de la gomme et qui reste dans la cornue, est léger, poreux, facile à brûler : il ne donne que très-peu de cendre, dans laquelle on trouve quelques traces de carbonate de potasse, un peu de carbonate et de phosphate de chaux.

13. Quant à l'acide, l'un des produits nouveaux et les plus remarquables de la décomposition du muqueux par la chaux, c'est un composé formé aux dépens d'une portion du carbone, de l'hidrogène et de l'oxigène de la gomme, composé qui n'était point contenu dans ce produit naturel, insipide, et ne rougissant point les couleurs bleues. Cet acide est une création du feu ; comme il se représentera plusieurs fois dans l'examen des matériaux immédiats des végétaux, comme d'ailleurs on ne le trouve pas parmi les produits naturels des plantes, il est nécessaire d'exposer ici ce qu'on connaît de ses propriétés et de ses caractères. Les premiers chimistes qui l'ont annoncé

ne l'ont connu que sous le nom d'esprit, ou de phlegme acide de la gomme ; et le citoyen Guyton l'avait nommé ensuite acide sirupeux, parce qu'il est aussi le produit de la distillation du sirop, et parce qu'il l'avait obtenu assez abondamment du sucre distillé. Enfin, pour généraliser sa nature, sa formation et son origine, on l'a nommé acide pyromuqueux. Il n'a point encore été étudié dans toutes ses combinaisons ; ce qu'on a recueilli cependant sur ses propriétés suffit pour le bien distinguer et pour le caractériser. Les chimistes ont cru à tort qu'il était tout formé dans les gommes ; ils l'ont admis en combinaison savonneuse avec l'huile, et cependant il n'y a pas plus d'huile que d'acide tout formé dans ces composés végétaux.

14. L'acide pyromuqueux est toujours liquide ; il n'est ni plus ni moins volatil que l'eau ; il ne l'abandonne pas quand on le distille : on ne peut l'avoir ni gazeux ni solide. Il a une saveur piquante, aigre et empyreumatique ; il a une odeur analogue à celle des raves, du raifort ou des amandes amères grillées : il se rapproche un peu par là de l'acide prussique. A une haute température, il se décompose en acide carbonique et en eau ; il laisse toujours une tache charbonneuse quand on le distille dans une cornue. En l'exposant à la gelée il se concentre par la portion d'eau qui s'en sépare. Il tache la peau en jaune orangé ou en rougeâtre, et cette tache ne disparaît qu'avec l'épiderme. Il forme avec la chaux un pyromucite calcaire bien dissoluble. On ne connaît pas ses combinaisons salines ; on sait seulement qu'elles sont différentes de toutes les autres. Il dégage l'acide carbonique de toutes ses bases, et fait une vive effervescence avec tous les carbonates. Il n'attaque ni le platine, ni l'or, ni l'argent, ni le mercure ; il corrode et oxide le cuivre, le fer, le plomb et l'étain ; il cristallise avec l'oxide de plomb et l'oxide de fer. L'ordre de ses attractions électives, suivant le citoyen Guyton, est la potasse, la soude, la barite, la chaux, la magnésie,

l'ammoniaque, l'alumine, les oxides métalliques, l'eau et l'alcool. On voit, d'après ce court exposé, qu'à peine connaît-on encore les propriétés de cet acide pyromuqueux, et que ce qu'on en a déterminé suffit seulement pour savoir qu'il diffère de tous ceux qu'on a découverts jusqu'ici ; il n'est d'aucun usage.

15. Les gommes sont absolument inaltérables à l'air ; le mucilage s'y épaissit et y devient gommeux. L'eau dissout facilement le muqueux, qui lui donne beaucoup de viscosité, comme tout le monde le sait. La chaleur aide beaucoup l'action de l'eau, et lui fait dissoudre plus vîte une plus grande quantité de gomme ; trop forte ou long-temps continuée, elle l'évapore, et finit par ramener le mucilage à l'état sec et gommeux. Le muqueux, dissous dans l'eau, ne s'altère point ; c'est de tous les matériaux immédiats celui qui résiste le plus à son changement spontané.

16. Les acides faibles ou étendus d'eau ne font que dissoudre le muqueux sans altération. L'acide sulfurique concentré par son action spontanée sur ce corps le décompose, le convertit en eau sans éprouver lui-même de changement. Il met ainsi son carbone à nu, et il en change une partie en acide acéteux. Il en est de même de l'acide muriatique, qui le charbonne à la longue. L'acide muriatique oxigéné l'acidifie ; mais c'est l'acide du nitre qui agit le plus sur lui.

17. L'acide nitrique qu'on fait légèrement chauffer à la dose de deux parties sur une de muqueux, jusqu'à ce qu'il se soit dégagé un peu de gaz nitreux et un peu d'acide carbonique, précipite ensuite, par le refroidissement de toute la masse liquide et dissoute, une poudre blanche, légèrement acide, que Schéele a nommée acide du sucre de lait, acide sachlactique de la nomenclature méthodique, parce qu'il l'a surtout obtenu avec le sucre de lait. Comme il n'est pas particulier à ce dernier corps, et qu'on le prépare avec tous les mucilages, je le nomme acide muqueux.

Il est en poudre blanche, un peu grenue, d'une saveur faiblement aigre ; il se décompose au feu, donne un phlegme acide qui cristallise en aiguilles par le repos, un peu d'huile rouge comme du sang, âcre et caustique, du gaz acide carbonique et du gaz hidrogène carboné : il laisse beaucoup de charbon ; une partie paraît se sublimer en aiguilles ou lames brunes, d'une odeur analogue à celle de l'acide benzoïque, ou peut-être forme-t-il ainsi un acide modifié différent de ce qu'il était d'abord, comme le fait l'acide tartareux.

Cet acide muqueux pulvérulent est très-peu soluble dans l'eau, puisque ce liquide bouillant n'en prend guère plus de deux à trois centièmes de son poids ; l'eau bouillante n'en prend pas moitié plus, et cependant il se dépose par le refroidissement en paillettes brillantes, qui blanchissent à l'air. Il décompose à la chaleur de l'eau bouillante les carbonates. Il forme avec la potasse un sel dissoluble dans huit parties d'eau chaude, cristallisable par le refroidissement. Le mucite de soude est également cristallisable, et ne demande que cinq parties d'eau pour se dissoudre : ces deux sels sont beaucoup plus solubles par un excès de leur acide ou de leurs bases. Le mucite d'ammoniaque est peu connu ; il perd sa base par sa chaleur. On ne connaît pas encore les combinaisons de l'acide muqueux avec les autres bases ; on sait seulement que les mucites de barite, de chaux et de magnésie sont presque insolubles. Cet acide décompose le nitrate et le muriate de chaux, ainsi que le muriate de barite.

L'acide muqueux n'agit que très-faiblement sur les métaux ; il paraît former avec leurs oxides des sels peu solubles. Il précipite les nitrates d'argent, de plomb et de mercure.

On n'en a point encore déterminé la composition et les proportions des principes ; on voit seulement qu'il contient une grande quantité de carbone, et qu'à mesure qu'il se forme par le changement d'équilibre des composans des gommes qui en donnent le plus, changement opéré par l'action

de l'acide nitrique, le reste de ces corps est sensiblement moins carboné. Nous avons trouvé dans nos expériences sur cet objet, le citoyen Vauquelin et moi, que 100 parties de gomme donnent 0.14 à 0.26 d'acide muqueux; que l'acide nitrique ne change point la nature de cet acide; qu'on peut le faire bouillir long-temps avec lui sans qu'il soit altéré; qu'il se dépose après le refroidissement sous la forme constante de poudre blanche. Aucun de nos essais ne nous a fait voir, comme l'a cru M. Hermstadt, que cet acide fût un oxalate de chaux uni à une matière grasse : toutes nos recherches nous apprennent, au contraire, que c'est bien un acide particulier formé dans le premier temps de l'action de l'acide nitrique sur les matières végétales fades, gommeuses et mucilagineuses. Il est bien évident, d'après cela, que le nom d'acide sachlactique ne lui convient pas.

18. Quand l'acide nitrique, après sa première réaction sur le muqueux, l'a converti en partie dans l'acide que je viens de décrire, si l'on examine la liqueur, on trouve qu'elle contient un second acide tout différent du premier, d'une forme liquide épaisse, très-aigre, très-dissoluble, que Schéele a le premier vu se former par l'action de l'acide nitrique, et qu'il a nommé acide malique. Ce second acide, qui tient le milieu, pour l'époque de sa formation, entre le muqueux et l'oxalique, n'existe que lorsqu'on n'a pas fait bouillir long-temps l'acide nitrique, ou lorsqu'on ne l'a pas employé, soit en trop grande quantité, soit trop concentré, sur la gomme. On ne l'obtient certainement qu'après la première effervescence que j'ai indiquée : il existe aussi dans l'eau-mère de l'acide oxalique. Il se convertit facilement en ce dernier acide par l'action successive de l'acide nitrique. Nous avions d'abord cru, le citoyen Vauquelin et moi, que cet acide étoit différent du malique; je me propose de le nommer acide *oxaleux*, parce qu'il précède l'acide oxalique dans sa formation, et parce qu'il me paraissait n'en différer que par un peu plus de matière com-

bustible, et sur-tout de carbone, dans son radical. Voici les propriétés caractéristiques que nous lui avons reconnues. Sa saveur est assez analogue à celle du suc de citron; il n'a point de couleur, mais il devient facilement rouge et brun par les progrès de l'évaporation. Il se décompose et se charbone aisément par l'action du feu. Il est très-dissoluble dans l'eau, et ne peut pas prendre la forme solide et cristalline. Il se dissout facilement dans l'alcool, et ne se cristallise pas même par l'évaporation de ce dissolvant volatil. Il précipite l'eau de chaux, et forme avec elle un sel calcaire, dissoluble dans un excès de son acide; propriété qui le distingue déja de l'acide oxalique, dont la combinaison avec la chaux ne se dissout pas dans son propre acide. Ce sel terreux se dissout abondamment dans l'eau bouillante, forme une dissolution d'un brun rougeâtre, qui se précipite par le refroidissement sous la forme de flocons ductiles et comme résineux : ces flocons redeviennent cassans par la dessiccation. Il constitue avec la barite un sel peu dissoluble, excepté dans son propre acide. Ces sels sont décomposés par l'acide sulfurique. L'acide oxalique même décompose aussi le sel calcaire décrit, preuve que l'acide indiqué est très-différent du premier. Un de ses caractères les plus prononcés et les plus remarquables, c'est que l'acide nitrique et l'acide muriatique oxigéné le convertissent promptement en acide oxalique. Dans cette conversion il se dégage du gaz nitreux et de l'acide carbonique : elle a lieu quand on continue à chauffer l'acide nitrique sur la gomme. On voit bien par là que sa formation précédant celle de l'acide oxalique, et celle-ci ne lui succédant que par la fixation d'une plus grande proportion d'oxigène, il est à peu près à l'acide oxalique ce qu'est le sulfureux au sulfurique, excepté qu'il perd encore une portion de son radical. Mais en comparant ces propriétés à celles de l'acide malique, nous y avons reconnu une identité parfaite avec cet acide.

19. Ce qu'il y a de plus singulier et de plus remarquable

dans la formation des acides muqueux et malique, dans la gomme traitée par l'acide nitrique, c'est leur création presque simultanée. Il est en effet très-difficile de concevoir pourquoi ce corps ne change pas également de nature dans toute sa masse ; pourquoi une partie devient acide muqueux et une autre acide malique en même temps ; pourquoi il se partage ainsi en deux substances différentes, et par quel étonnant mécanisme, par quelle attraction compliquée ces deux composés se forment à la fois. Au reste, on reconnaît ce caractère de partage en deux et quelquefois en trois produits, dans la plupart des matériaux organiques altérés ou décomposés par quelque réactif, par quelque cause que ce soit. Sur 100 parties de gomme arabique, nous avons communément obtenu 0.24 d'acide malique.

20. Quand, au lieu d'arrêter l'action de l'acide nitrique après la première effervescence et à l'époque où l'acide malique est formé, on la continue en faisant chauffer et en dégageant plus de gaz nitreux et de gaz acide carbonique ; ce dernier et second acide formé passe à l'état d'acide oxalique cristallisable, décomposant tous les sels calcaires à cause de sa grande attraction pour la chaux. Comme ce dernier acide se trouve tout formé dans beaucoup de végétaux ; comme je le considérerai en particulier, dans un des articles suivans, parmi les matériaux immédiats des végétaux, je ne fais que l'indiquer ici. J'ajouterai seulement à cette indication générale, qu'après l'avoir fait cristalliser, il reste dans la dernière liqueur, dans l'espèce d'eau-mère qui ne cristallise plus, une portion d'acide malique déja décrit ci-dessus ; mais qu'on peut, en retraitant cette dernière liqueur par une nouvelle dose d'acide nitrique, la changer entièrement en acide oxalique.

21. C'est un des faits les plus étonnans parmi les découvertes de la chimie moderne, que la conversion de la gomme ou du mucilage en cinq acides différens, suivant la manière dont on le traite. En effet, le feu y développe de l'acide

pyromuqueux ; l'action des acides sulfurique et muriatique y forme de l'acide acéteux : celle de l'acide nitrique le change constamment, en partie, en acide muqueux, et ensuite en partie en acide malique, si on ne pousse pas son action fortement, ou en acide oxalique si on l'augmente. Quoique des phénomènes analogues se montrent encore dans plusieurs autres matériaux immédiats des végétaux, dont je parlerai par la suite, la gomme qui les présente le plus constamment et le plus facilement, annonce, comme on le voit, dans sa nature et sa composition, des mutations que la doctrine pneumatique seule pourra déterminer ; car il est évident, d'après ce que j'ai exposé jusqu'ici, que toutes les causes de ces changemens ne sont pas encore exactement trouvées ou appréciées.

22. C'est à la même disposition de changer de nature et de donner des produits extrêmement variés qu'est dû encore un effet observé par M. Woulfe, et indiqué dans le *Journal de Physique*, 1788. Il a découvert qu'en distillant des gommes avec l'alcali fixe on en obtenait beaucoup plus d'huile que lorsqu'on les chauffait seules, et qu'elles se boursouflaient considérablement dans cette opération. Ce phénomène ne dépend que de l'attraction que l'alcali exerce sur l'acide pyromuqueux, de la manière dont il le fixe et le retient, de celle dont il détermine sa décomposition par un grand feu. Alors le carbone et l'oxigène s'unissent ensemble, et l'hidrogène uni à une portion de carbone forme l'huile qui se dégage, tandis que seul il donne beaucoup plus d'eau, et presque point d'huile : c'est ainsi que l'acide acéteux, distillé seul, se volatilise tout entier, et donne de l'huile quand on le chauffe uni aux alcalis.

23. Il n'y a point d'action bien déterminée entre le muqueux et les sels. Il est aisé de sentir qu'en le chauffant fortement avec des sulfates, son hidrogène et son carbone doivent décomposer ces sels et les convertir en sulfures ; que les nitrates doivent aussi le brûler, le détruire complétement, et

n'en offrir, après cette combustion, que les parties les plus fixes : qu'ainsi le nitrate de potasse peut être employé pour connaître la terre et les sels fixes contenus dans cette matière. Le muriate suroxigéné produit cet effet d'une manière encore plus marquée ; il enflamme le muqueux et le brûle par la seule pression. Un mélange de deux parties de ce sel et d'une partie de gomme en poudre fine détone par le choc, fait autant de bruit, et même plus que celui des corps combustibles simples. Il est permis de croire que cette décomposition pourra servir quelque jour à déterminer la proportion des premiers principes composans du muqueux, ainsi que ceux des autres matériaux immédiats des végétaux.

24. Les oxides métalliques les plus chargés d'oxigène et les moins adhérens à ce principe peuvent servir de même à décomposer le muqueux en le brûlant, comme ceux d'argent et de mercure ; on n'a point encore examiné suffisamment cette action, ni tiré, à beaucoup près, tout le parti qu'ils peuvent offrir pour ce genre d'analyse. Il en est de même des dissolutions métalliques : on a remarqué qu'elles occasionnent un précipité dans les dissolutions de gommes ; que ce précipité floconeux et visqueux entraîne avec lui les oxides, et se colore de nuances diverses suivant la nature de ceux-ci ; qu'en général ces oxides sont rapprochés de l'état métallique. Mais on n'a point encore déterminé avec exactitude ce qui se passe dans ces précipitations, quelle espèce d'attraction éprouve le muqueux, s'il est changé en même temps que précipité, ou si le changement, en supposant qu'il ait lieu, n'arrive que plus ou moins long-temps après la précipitation.

25. De tous les phénomènes chimiques que présente le muqueux avec les différens agens que je viens de faire connaître, et sur-tout de l'action comparée du feu et des acides, il faut conclure que ce corps est une espèce d'oxide d'hidrogène et de carbone, dans un état de combinaison triple assez solide pour n'être détruite que par une action violente, qui

reste long-temps dans un état d'équilibre, qui est un des premiers formés par la végétation, qui coûte le moins, en quelque sorte, à l'organisation végétale, et qui se trouve conséquemment dans le plus grand nombre des organes des plantes. Nous avons trouvé, le citoyen Vauquelin et moi, dans notre travail sur les matières végétales, que 100 parties de gomme contiennent 23.08 de carbone, 11.54 d'hidrogène, et 65.38 d'oxigène.

E. *Espèces ou variétés du muqueux.*

26. On distingue spécialement trois espèces de gomme employées dans divers usages : la gomme de pays, la gomme arabique et la gomme adragante.

A. La gomme de pays découle de l'abricotier, du prunier, du cerisier, du pêcher, de l'amandier, etc., et en général de tous les arbres à fruit à noyau. Elle est blanche, jaune ou rougeâtre ; en la choisissant bien, elle peut servir comme la gomme arabique, et elle a sur celle-ci l'avantage d'être à meilleur marché. J'ai ramassé sur l'écorce d'orme un suc orangé ou rouge, en larmes concrètes, arrondies, d'une saveur fade ou presque nulle, dissolubles dans l'eau, et formant une dissolution visqueuse ; c'est une matière gommeuse qui n'est pas assez abondante pour pouvoir être recueillie.

B. La gomme arabique découle de l'acacia, le même qui fournit le suc extractif épaissi au feu ; cet arbre, nommé *mimosa nilotica*, est très-abondant en Egypte, en Arabie, sur les bords du Nil, et dans un grand nombre de lieux de l'Afrique en général. La gomme pend à l'arbre en formes arrondies, irrégulières, transparentes, blanches, jaunes ou rougeâtres, souvent ridées, quelquefois tortillées. La plus belle est la plus incolore et la plus limpide : elle sert de nourriture aux naturels du pays. On la nomme quelquefois dans le commerce *gomme du Sénégal* : on en sépare les larmes, suivant leur pureté et leur beauté, pour en faire différentes qualités.

C. La gomme adragante sort spécialement de l'arbrisseau si abondant en Crète, et nommé *adragant*, *astragalus tragacantha* de Linné. Elle diffère des deux précédentes par la forme ; elle est en rubans, ou en plaques, ou en lames contournées, striées, cannelées, d'un blanc opaque : on y trouve aussi de petites larmes de la même couleur. Sa dissolution est plus difficile et plus visqueuse que celle de la gomme arabique ; elle contient toujours des filamens ou des flocons mucilagineux : on l'emploie comme plus pure et plus utile que cette dernière.

27. Parmi les plantes si nombreuses qui contiennent le suc muqueux ou gluant ou pulvérulent, on choisit sur-tout, pour en extraire des mucilages usuels, les racines de mauve et de guimauve, l'oignon de lys, la graine de lin, les semences de coing : on les laisse macérer dans l'eau chaude, et on en forme ainsi des liquides visqueux, collans, qui remplacent les gommes proprement dites, et qui peuvent même être amenés à l'état gommeux par la dessiccation. Chaque pays a d'ailleurs un si grand nombre de plantes qui peuvent fournir des mucilages par leur macération dans l'eau, qu'il serait difficile et d'ailleurs inutile d'en présenter ici le dénombrement.

F. *Usages.*

28. Le muqueux forme en général un des matériaux des végétaux que la nature a le mieux disposés pour servir de nourriture aux animaux. J'ai dit que les Africains vivaient de la gomme de l'acacia. J'observerai seulement qu'il n'y a que des estomacs robustes et vigoureux qui digèrent facilement ce suc fade et visqueux, et qui le convertissent aisément en chyle. Un européen qui voyage dans les contrées à gomme, ne doit pas en faire usage sans une espèce d'assaisonnement, sans beaucoup de ménagemens ; et voilà pourquoi l'aliment le plus approprié à l'homme, parmi les matières végétales,

est un mélange ou une combinaison de suc muqueux et de sucre.

29. Dans l'art de guérir, toutes les gommes et tous les mucilages sont employés avec un grand succès comme adoucissans, relâchans, inviscans, pour calmer l'irritation, l'inflammation, la chaleur, la douleur : c'est sur-tout en topiques ou en applications extérieures qu'on les emploie dans les tumeurs enflammées douloureuses, et qui annoncent un travail de résolution ou de suppuration. Voilà pourquoi on fait entrer les mucilages de graine de lin, de pepins de coing, de guimauve, d'oignon de lys, dans des mélanges de cataplasmes, qu'on nomme calmans, résolutifs, émolliens.

30. Dans les arts, on se sert beaucoup des gommes ou des mucilages pour donner de la consistance aux tissus légers et aux couleurs qu'on applique dessus, quelquefois aussi pour coller ou faire adhérer les unes aux autres les surfaces de ces corps. On encolle le papier ou les toiles par leur dissolution. On les emploie pour donner du corps et de l'apprêt aux feutres, aux rubans, aux taffetas. Les étoffes trempées dans l'eau gommée y prennent un lustre et un éclat passagers que le contact de l'eau détruit très-promptement. On en fait aussi la base des cirages pour les cuirs de souliers, de bottes. La gomme entre dans la fabrication de l'encre. En un mot, les gommes et les mucilages sont très-utiles dans l'économie domestique et manufacturière.

ARTICLE VI.

Du troisième des matériaux immédiats des végétaux, du corps muqueux sucré ou du sucre.

A. *Siége.*

1. Quoique plusieurs chimistes aient presque confondu l'un avec l'autre ; le muqueux ou le sucre, quoique l'on ait nommé assez généralement ce dernier *corps muqueux sucré*; quoiqu'en effet la matière sucrée ait les plus grands rapports avec la matière muqueuse, il n'en est pas moins certain qu'il y a quelques différences assez essentielles entre ces deux substances, pour qu'il soit impossible de les confondre, et pour qu'il ne soit pas nécessaire d'en traiter à part. Le sucre ou la matière sucrée existe abondamment dans les végétaux. On peut même dire qu'il n'y a presque aucune partie des plantes qui en soit entièrement privée : mais il ne doit être question ici que de celles qui en contiennent assez pour qu'il y soit bien sensible par sa saveur, pour que personne ne puisse douter de sa présence, et pour qu'on puisse même le plus souvent employer cette partie à la place du sucre, ou en retirer le sucre plus ou moins pur.

2. On trouve cette matière très-fréquemment dans les racines. Outre la nature sucrée et très-connue de la réglisse, il y en a assez abondamment dans les carottes, les panais, les betteraves, les navets, les patates, les oignons, pour qu'on puisse le retirer et l'obtenir à part, comme l'a fait Margraff, en laissant tremper ces végétaux dans l'alcool, qui dissout le sucre sans toucher aux mucilages et aux extraits. On sait généralement combien la saveur sucrée de ces racines se développe par l'action du feu, par la décoction. On sait encore qu'il y

a quelques-unes de ces parties qui en tiennent assez abondamment pour pouvoir servir d'aliment. Telle est celle que Sparman a découverte si utilement dans l'intérieur de l'Afrique, et qui lui a tenu lieu de nourriture pendant une partie de son voyage.

3. Les tiges sont très-souvent remplies de suc sucré. Outre la sève de bouleau, et sur-tout celle de l'érable dont on extrait du sucre en Amérique, la moelle de quelques palmiers, celle du bambou, celle de plusieurs roseaux, la tige de maïs, et spécialement le chaume du *saccharum officinale*, en contiennent plus ou moins abondamment. C'est cette dernière plante qui, transportée d'Afrique en Amérique, comme la plus riche en ce produit, fournit à toute l'Europe le sucre qu'on y consomme si abondamment, et qui est devenu un besoin presque de première nécessité pour une portion des habitans de cette partie du monde.

4. Il y a beaucoup de végétaux dont les feuilles sont sucrées, et beaucoup d'entre elles exsudent un suc épais en gouttelettes qui s'épaississent et se concrètent à leur surface sous la forme de petits grains ou de poussière sucrée. Telle est la manne qui sort du frêne, du melèze, de l'alhagi, etc. ; telle est la miellée qui recouvre d'un vernis brillant et sucré la surface des feuilles du tilleul, de l'orme et de beaucoup d'autres dans la saison chaude et sèche. On regarde même cette excrétion comme une espèce de maladie des arbres. Il est certain que les feuilles sont en général les parties des végétaux qui ont le moins la saveur sucrée ; il semble même que ce suc, lorsqu'il y existe, y soit déplacé, hors de son siége naturel et comme par erreur de lieu.

5. Au contraire, il n'y a peut-être pas une seule fleur qui soit totalement dépourvue de suc sucré. Un grand nombre même portent un organe particulier, le nectaire, dans lequel ce suc s'amasse et se dépose sous le nom de *nectar*. Il y est d'abord en gouttelettes épaisses et transparentes : il s'épaissit

ensuite, et y prend même la forme grenue et solide. C'est ce nectar aromatique en même temps que sucré, que les abeilles vont recueillir, et qu'elles convertissent en miel, matière fort analogue au sucre, et que les anciens employaient uniquement, comme les modernes emploient ce dernier corps depuis la découverte de l'Amérique. Cependant aucune fleur comme aucune feuille ne contiennnent assez de sucre pour qu'on puisse l'en extraire avec avantage.

6. Les fruits sont une des parties des végétaux où la matière sucrée est la plus abondante. Le suc qui les remplit, la pulpe qui y est enfermée, ou la chair, le parenchyme plus ou moins solide qui en forme le tissu, sont si sucrés qu'il a dû venir à l'esprit de beaucoup d'hommes d'essayer d'en retirer du sucre; et il n'est presque pas douteux que cet art ne puisse être établi quelque jour avec succès dans les pays chauds, si la culture de la canne à sucre venait à perdre de ses avantages, ou à diminuer par une cause quelconque; on sait que les prunes, les pommes, les figues sur-tout en sont si chargées, qu'en desséchant ces fruits à l'étuve, il s'en sépare de tous leurs points une quantité plus ou moins remarquable en grains ou en poussière.

7. Les semences sont peut-être, au contraire, les parties végétales qui contiennent le moins de cette matière saccharine: mais elles ont pour la plupart la propriété très-remarquable de devenir sucrées par la germination. Ce phénomène très-sensible sur-tout dans les graines céréales ou dans les graminées, donne naissance à plusieurs arts, et spécialement à celui du brasseur. Cette formation même, ou cette conversion d'une matière végétale fade ou muqueuse en matière sucrée, est un des faits qui doivent jeter le plus de lumières sur la différence ou le rapport de ces deux substances, comme je le ferai bientôt voir : elle est analogue à ce qui se passe dans une espèce particulière de fermentation que je distinguerai par la suite, et à ce qui a lieu dans la maturation des fruits,

où l'on ne peut méconnaître la production du sucre par un travail intime des matériaux végétaux.

8. Malgré cette multiplicité des lieux où l'on rencontre la matière sucrée dans les végétaux, on doit remarquer que nulle part elle n'est pure, qu'elle est mêlée ou combinée avec le muqueux, avec l'acide, avec diverses espèces de fécules, avec des extraits, des matières colorantes ; en un mot, qu'il n'en est pas de ce corps comme de la gomme ou du muqueux, qui existe souvent isolé, de manière qu'on peut l'extraire facilement ou l'obtenir à part.

B. *Extraction.*

9. C'est à cause de ce mélange ou de cette combinaison avec tant de matières différentes, et quelquefois avec plusieurs ensemble, que, pour obtenir le sucre proprement dit sous la forme connue de tout le monde, il ne suffit pas simplement d'exprimer des végétaux qui le recèlent les sucs sucrés dont il fait partie ; il faut encore travailler par des procédés plus ou moins longs et dispendieux ces sucs de plantes, les purifier, en séparer les fécules, le muqueux, la partie colorante. Deux matières végétales, le suc et la sève de deux ou trois espèces d'érable, et celui de la canne cultivée en Amérique, *arundo saccharifera*, *saccharum officinale*, sont ceux qui le fournissent le plus abondamment, le plus pur et avec le moins de travail, quoique ce travail pénible constitue un art aussi compliqué qu'important.

10. Dans le Canada, dans quelques Etats de l'Amérique septentrionale, on fait couler le suc séveux de l'érable par des entailles que l'on pratique sur l'arbre à différentes hauteurs. En plaçant au printemps de la neige au pied des arbres, à l'approche de la nuit, on augmente, par la condensation et le resserrement, l'écoulement de cette sève douce par les ouvertures pratiquées aux érables. On cuit cette sève dans des chaudières jusqu'à ce qu'elle ait la consistance assez

grande pour laisser déposer et cristalliser le sucre par le refroidissement ; et quoiqu'on n'ait pas encore bien décrit cet art, qu'il serait si utile de multiplier et d'établir dans toutes les contrées où l'érable est si abondant, on peut croire que les procédés qui le constituent sont plus ou moins analogues à ceux que l'on pratique sur le suc de la canne à sucre.

11. Dans les colonies américaines méridionales, dans les îles où l'on cultive abondamment la canne à sucre, on en écrase la tige mûre et bien jaune entre des cylindres ; le suc qui s'en écoule est reçu dans une table creuse placée sous les cylindres, on le nomme *vezou ;* la canne, épuisée de suc, est nommée *bagasse :* on s'en sert pour faire du feu. Le vezou, plus ou moins sucré, suivant la maturité de la canne, le terrain où elle a crû, la constitution atmosphérique qui a régné pendant sa végétation, est porté dans des chaudières où on le fait bouillir avec des cendres et de la chaux. On écume soigneusement la liqueur ; quand elle est assez rapprochée, ou en sirop, on la fait bouillir avec de la chaux et de l'alun ; on la verse ensuite dans une bassine ou *rafraîchissoir ;* on l'agite avec une spatule de bois ; on brise la croûte qui se forme à sa surface ; on la partage dans des baquets de bois pour en accélérer le refroidissement ; on la coule encore tiède dans des barriques posées de bout au dessus d'une citerne, et percées à leurs fonds de plusieurs trous bouchés avec des cannes. Le suc se concrète comme un sel qui cristallise ; la portion liquide où le sirop s'écoule dans la citerne. Le sucre obtenu par cette première opération est nommé *moscouade ;* il est jaune, mou et comme gras.

12. On purifie ou l'on raffine cette moscouade, ou ce sucre brut, dans les mêmes lieux par le procédé suivant : on le cuit en sirop avec un peu d'eau ; on verse ce sirop chaud dans des cônes de terre cuite, ou formes percées à leur sommet d'un trou qu'on tient d'abord bouché. Chacun de ces cônes est placé renversé sur un pot de terre qui en reçoit la pointe ouverte, et

qui le maintient dans une situation verticale : on agite d'abord ce sirop dans ces cônes, ensuite on l'y laisse refroidir et cristalliser. Après quinze à seize heures de repos, on débouche la pointe percée des cônes; on laisse écouler en *gros sirop* la portion non concrète du sucre ; on gratte la base des pains de sucre concret ; on y met du sucre blanc en poudre que l'on bat et que l'on recouvre d'une couche d'argile délayée dans l'eau : cette eau filtrant peu à peu à travers les molécules du pain de sucre, lui enlève la portion molle brune, et plus dissoluble que la partie bien cristallisée ; elle s'écoule en emportant avec elle le *sirop fin*. On recommence plusieurs fois cette opération du terrage ; ensuite on enlève les pains blanchis ; on les fait sécher à l'étuve pendant huit ou dix jours ; on les brise ; on les réduit en gros fragmens, qu'on nomme *cassonades* et qu'on envoie en Europe.

13. Cette opération, dont je ne donne ici que les premières et les plus faibles notions, n'est pas encore poussée à sa perfection. Il n'y a pas eu jusqu'à présent de chimistes habiles qui aient pu s'occuper de cet objet dans les îles ; quelques-uns à peine ont commencé de s'en occuper, et à des époques où il ne leur était pas permis d'appliquer à ce travail les nouvelles découvertes. Il est plus que vraisemblable qu'on brûle une portion du sucre dans les chaudières où l'on cuit le sirop ; qu'il faudrait faire l'évaporation avec moins de feu. On ne sait pas encore ce qui se passe dans cette cuisson. Les uns croient qu'elle sert à séparer une fécule, un extrait et une matière colorante ; et c'est à cela qu'ils pensent que contribuent la cendre et la chaux : d'autres assurent, et Bergman était de cet avis, que les réactifs alcalins servent à absorber une portion d'acide tout contenu dans le vezou ou que le feu nécessaire à l'évaporation y a développé. Quelques-uns imaginent que ce n'est que la simple évaporation et l'action du feu, qui, d'une part, diminuent la quantité d'eau et rapprochent les molécules de sucre ; et de l'autre coagulent et séparent la fécule

d'avec la matière colorante. Toutes ces incertitudes ne seront dissipées, et l'opération ne pourra être connue et rectifiée que lorsque des hommes instruits dans l'état actuel de la chimie verront et observeront cette opération, sur le lieu même, dans tous ses détails. L'analyse exacte du vezou sera un préliminaire indispensable de ce beau et utile travail.

14. En Europe, on raffine les cassonades par un procédé qui se rapproche de la dernière cuite du sucre. Ce raffinage consiste à dissoudre la cassonade dans de l'eau chargée de chaux, à y ajouter du sang de bœuf, ou de la colle, ou du blanc d'œuf, pour en opérer la clarification. On fait bouillir la liqueur, on diminue ensuite le feu, on enlève avec soin les écumes, par un feu vif on rapproche le sirop et on en arrête le gonflement avec un peu de beurre que l'on jette sur la liqueur. Quand la cuisson est finie, on éteint le feu; on verse la liqueur dans des formes de terre, on l'agite, on la laisse refroidir; on débouche le trou des formes; on terre les pains à leur base avec de l'argile détrempée, on recommence plusieurs fois ce terrage jusqu'à ce que l'eau ait emporté tout le sirop, et que le sucre soit bien blanc; on sèche les pains dans une étuve chauffée jusqu'au 40 degré de Réaumur; on les laisse huit jours dans cette étuve, et on les met ensuite en papier et en ficelle. Suivant la nature des cassonades que l'on traite, on obtient du sucre raffiné, pur et plus ou moins blanc. La théorie de cette opération n'est pas plus avancée que celle de la cuisson du sucre, et les observations que j'ai faites sur cette dernière s'appliquent également au raffinage.

C. *Propriétés physiques.*

15. Le sucre n'est pas seulement solide comme un grand nombre de matériaux immédiats des végétaux; il est formé d'un grand nombre de grains cristallins plus ou moins brillans, et il peut même prendre une forme polyèdrique régu-

lière. Quand on le fait cristalliser dans l'état de sucre candi, ou quand il se cristallise dans des liqueurs qui en sont saturées comme les sirops, on l'obtient en octaèdres cunéiformes, incomplets à leurs deux sommets, dont chacun est remplacé par un rectangle, ou en prismes hexaèdres terminés par des sommets à deux faces. Cette propriété, jointe à sa saveur, l'a fait regarder comme une espèce de substance saline, et beaucoup de chimistes l'ont considéré comme tenant le milieu entre les mucilages et les sels essentiels.

16. Sa saveur sucrée et agréable le fait distinguer et rechercher par un grand nombre d'animaux, et même par des carnivores ; elle lui est tellement particulière et elle le caractérise si bien, qu'il n'y a que cette seule matière, dans tous les produits naturels, qui en jouisse, et qu'elle dépend certainement de son genre de combinaison, de la proportion particulière de ses principes. Le sucre n'a aucune espèce d'odeur ; cependant les insectes sont attirés de loin par sa présence : il est blanc et transparent, ou sans couleur.

17. C'est un des corps naturels qui jouissent de la propriété phosphorique la plus marquée. Quand on le frotte ou qu'on le rape dans l'obscurité, il répand des traînées lumineuses extrêmement brillantes, et qui passent avec la rapidité de l'éclair. Il paraît que le calorique, chassé d'entre les molécules de ce corps ainsi frotté et fortement comprimé, se dégage avec le mouvement accéléré qui lui donne la forme de lumière.

18. Tout le monde connaît l'extrême fragilité du sucre ; mais on n'a point assez remarqué qu'elle est susceptible de varier d'une manière remarquable, et que la densité de ce corps peut être dans un grand nombre d'états différens. Quelquefois il est d'une grande dureté, il ne se brise qu'avec peine. Celui qui est bien cristallisé et candi a la cassure vitreuse ; celui qui s'est pris promptement est grenu. Il en est des échantillons qui, dans ce dernier état, sont très-tenaces,

et ne se laissent entamer que difficilement. D'autres morceaux s'émiettent avec la plus grande aisance. Le premier doit sa forte consistance à une cristallisation rapide et à une grande sécheresse. L'espèce de mollesse du second tient à l'eau qu'il retient entre ses molécules, ou à celle qu'il a absorbée.

D. *Propriétés chimiques.*

19. Il y a de très-grands rapports entre les propriétés chimiques du muqueux et celles du sucre. Cependant, quoique ces analogies soient si fortes et si multipliées que souvent les chimistes seraient embarrassés de distinguer les produits de l'un d'avec les produits de l'autre, il est quelques caractères particuliers, quelques phénomènes dus à plusieurs réactifs qui établissent des différences assez notables. Je passerai rapidement sur les propriétés analogues, que je ne ferai qu'indiquer, et j'insisterai sur celles qui établissent des distinctions plus ou moins prononcées entre ces deux corps.

20. Au feu, le sucre se comporte peu différemment du muqueux; chauffé avec le contact de l'air, il se fond plus vîte, il se ramollit plus, il se colore et se décompose plus promptement que ne le fait la gomme; il exhale aussi une vapeur plus agréable, plus odorante, et laisse un charbon plus spongieux, plus dilaté que celui du muqueux. Tout le monde sait que le sucre ainsi traité devient brun, se fond, se boursoufle, et répand une odeur forte et agréable, qu'on connaît sous le nom de *caramel*. Si on ne pousse pas cette décomposition à feu ouvert, assez loin pour charbonner le sucre, il reste brun, gluant, déliquescent, d'une saveur âcre, piquante, un peu empyreumatique, très-acide. Quand on le distille dans une cornue avec soin et lentement par un feu bien gradué, on en obtient plus d'eau que de la gomme, moins d'huile encore, plus d'acide pyro-muqueux, moins d'acide carbonique et de gaz hidrogène carboné; et son charbon, plus rare et plus léger, très-facile à incinérer, laisse un peu plus de potasse et de chaux dans sa

cendre. Ces phénomènes annoncent plus d'oxigène, et, en général, une proportion un peu différente dans ses principes primitifs. Telle est aussi la vraie cause de toutes les nuances diverses qui seront décrites dans ses propriétés.

21. Le sucre est aussi inaltérable à l'air que les gommes : il est seulement susceptible d'en absorber un peu d'humidité ; et, par un effet hygrométrique, il suit exactement les états de l'atmosphère quand il y est exposé. Aussi, pour le conserver, a-t-on soin de le tenir dans un lieu chaud et sec, à l'abri des intempéries de l'air. Il se dissout dans l'eau, avec laquelle il forme, quand elle en est saturée, une liqueur filante, visqueuse, inaltérable quand elle est bien pure, et qu'on nomme *sirop*. Cette dissolution, évaporée lentement et spontanément par le contact de l'air chaud et sec, cristallise ; et c'est ainsi que se forme le sucre candi. Si le sirop tient en même temps quelqu'autre matière en dissolution, il passe à la fermentation vineuse, et forme l'alcool, dont je parlerai en détail dans l'ordre de faits où je traiterai des altérations spontanées des végétaux. L'eau chaude, et sur-tout bouillante, peut prendre plus de sucre en dissolution que l'eau froide, et former un liquide plus épais, plus tenace que le sirop. Comme cette espèce de dissolution ou de ramollissement à l'aide de la chaleur peut avoir plusieurs densités différentes, et se solidifier ou se concréter plus ou moins fortement par le refroidissement ; dans l'art du confiseur, on tire un grand parti de cette diversité même de propriétés : et ce sont ces différens états de dissolution plus ou moins épaisse, concrescible, qui constituent les différens degrés de cuisson du sucre, nommés *sucre cuit à la plume*, *au boulet*, etc.

22. Quoiqu'il y ait aussi certaines analogies entre la manière dont les acides puissans agissent sur le muqueux et sur le sucre, elles ne vont pas jusqu'où les auteurs de chimie les ont poussées, et il existe des différences très-remarquables. L'acide sulfurique concentré le charbonne, le change en

partie en eau comme la gomme ; mais l'acide nitrique ne le convertit jamais en acide muqueux ou sachlactique comme il fait à l'égard de la gomme : le sucre passe tout de suite et immédiatement, dans les mêmes circonstances où la gomme forme l'acide muqueux pulvérulent et indissoluble, à l'état d'acide malique et ensuite promptement à l'état d'acide oxalique par l'action continue de l'acide nitrique. Aussi est-ce de toutes les substances végétales celle qui donne le plus facilement ce dernier acide cristallisable. Cependant il fournit toujours une portion d'acide malique en même temps, et il reste toujours une partie plus ou moins abondante de celui-ci dans l'eau-mère de l'acide oxalique saccharin ou tiré du sucre, lorsque cette eau-mère ne peut plus fournir de cristaux. Cette différence si notable, cette propriété de ne point fournir d'acide muqueux indissoluble, et de passer sur-le-champ, d'abord, à l'état d'acide malique, ensuite et très-promptement à l'état d'acide oxalique, nous a paru dépendre, au citoyen Vauquelin et à moi, de la nature plus oxigénée du sucre que de la gomme. Il est trop surchargé de ce principe ; il est trop voisin de l'état général d'acide, pour pouvoir former de l'acide muqueux très-carboné et très-indissoluble, pour pouvoir passer par ce premier état de moindre acidification. Aussi, dès que l'acide nitrique agit sur lui et change l'ordre de sa composition, il n'est pas partagé comme la gomme dans les deux premiers acides muqueux et malique, mais bien dans les deux suivans, le malique et l'oxalique. Moins l'acide du nitre a agi, plus la proportion d'acide malique l'emporte sur celle de l'acide oxalique, quoiqu'il y ait toujours un peu de celui-ci formé dès le commencement de l'action de l'acide nitrique. On voit toujours ici le partage du sucre en deux corps nouveaux, partage qui caractérise les substances végétales.

23. Le sucre se comporte à très-peu près comme la gomme avec les alcalis, qui en font obtenir plus d'huile par la distillation ; avec le nitrate de potasse, qui en brûle l'hidrogène et

le carbone, et en met les matières fixes à nu ; avec le muriate suroxigéné de potasse, qui l'enflamme et détone fortement avec lui par la percussion ; avec les oxides métalliques, qui le brûlent ou le décomposent ; avec les dissolutions des métaux, qui le précipitent aussi de sa dissolution, et l'altèrent.

24. A l'aide de tous les moyens qui altèrent et décomposent le sucre, on peut déterminer les proportions de ses principes primitifs, les quantités relatives d'oxigène, de carbone et d'hidrogène qui le constituent. Lavoisier, en se servant de la fermentation vineuse, qu'il est seul susceptible d'éprouver, et qui consiste dans une décomposition spontanée, et dans ce partage en deux nouveaux composés, que j'ai déja décrit si fréquemment dans les substances végétales, a trouvé dans cent parties de sucre soixante-quatre parties d'oxigène, vingt-huit parties de carbone, et huit parties d'oxigène. Quoiqu'il paraisse que cette analyse n'a pas encore pu recevoir tout le degré de précision qu'il sera possible de lui donner aujourd'hui, lorsqu'on voudra comparer les différens résultats fournis par les divers moyens de décomposition : cette première donnée de Lavoisier, qui ne s'éloigne pas beaucoup de la vérité, fait voir que le sucre est un oxide de carbone et d'hidrogène un peu plus oxigéné que la gomme, et que c'est en cela que consiste sa différence. Il paraît que la conversion du muqueux fade en matière sucrée s'opère dans les végétaux par la simple oxigénation, et par un léger changement de proportion dans les principes. Il n'est pas invraisemblable que l'art pourra parvenir à convertir les gommes en matière sucrée ; et déja j'ai plusieurs fois remarqué qu'une dissolution de gomme dans l'eau où l'on fait fait passer du gaz acide muriatique oxigéné, prenait une saveur sucrée, mêlée à la vérité d'une forte amertume. Cette vue, encore bien neuve, conduira à beaucoup de recherches et de résultats inutiles. Il est déja reconnu par quelques chimistes modernes que les corps muqueux et féculens végétaux

se convertissent souvent dans l'estomac, et par le fait de la digestion, en matière sucrée : et c'est ainsi que MM. Rollo et Cruishanck croient que naît le diabète sucré.

E. *Espèces ou variétés du sucre.*

25. On a déja vu que la matière sucrée n'est jamais pure et isolée dans les végétaux comme l'est si souvent le muqueux ; qu'elle se trouve unie tantôt au mucilage, tantôt à un acide, tantôt à une fécule, à un extractif, à une ou plusieurs matières colorantes, et que quand on voulait l'avoir pure, on était obligé d'employer différens moyens pour la séparer de ces corps étrangers ; il y a cependant quelques substances sucrées qu'on emploie impures et telles que la nature les présente. De là il résulte qu'il faut distinguer quatre principales espèces de matières sucrées qui sont plus ou moins en usage dans les besoins de la vie ; savoir, le sucre proprement dit, le sucre de l'érable, le miel et la manne. Si quelques fruits sucrés remplacent dans plusieurs contrées l'une ou l'autre de ces matières, on ne peut les considérer que comme des mélanges très-imparfaits.

A. J'ai déja parlé du sucre proprement dit, parce que c'est le produit sucré le plus pur, celui qui est le plus abondant et le plus employé en Europe. Il a servi en quelque sorte de représentant pour tout le genre. On sait qu'il est tiré de la moelle ou du suc médullaire et utriculaire d'une espèce gigantesque de graminée ; qu'il exige beaucoup de travail pour être amené à son état cristallin et pur ; qu'on ne sait pas même bien encore en quoi consiste sa préparation, sa purification, qui ne sont pas encore poussées au point de perfection qu'on peut attendre de l'état actuel de la chimie. Ce sucre est employé dans différens états de pureté depuis la moscouade et le sucre brut, les diverses espèces de cassonade, le sucre commun ou d'office en gros pains, le sucre blanc et très-cristallin en

petits pains, le sucre superfin dur, très-serré et très-brillant dans son tissu, et le sucre candi. Les sirops, les mélasses sont également appliqués à un grand nombre d'usages, surtout après les avoir purifiés et blanchis en les chauffant et les faisant jeter quelques bouillons pour les faire écumer, en les filtrant à travers des tissus de laine un peu serrés, en les faisant légèrement bouillir avec du charbon en poudre.

B. Le sucre extrait de l'érable, qui sert en partie à la consommation des habitans de l'Amérique septentrionale, et spécialement dans le Canada, forme une seconde espèce très-rapprochée de la première par ses bonnes qualités, quand il est bien préparé ; il est aussi beau, aussi blanc, aussi bien cristallisé que celui d'Amérique ou de la canne à sucre ; mais le travail qui le fournit est encore trop long et trop pénible, pour que sa quantité ait été élevée au niveau de sa consommation, même dans les parties du monde les mieux fournies de l'arbre qui le donne ; il paraît être plus pur dans la sève qui le tient en dissolution ; il est beaucoup plus délayé, beaucoup plus étendu d'eau ; et à mesure qu'on rapproche et qu'on concentre sa dissolution elle devient muqueuse et colorée. L'art de l'extraire de la sève des érables est encore bien loin d'être porté au point de perfection qu'il est susceptible d'atteindre lorsqu'on y appliquera les connaissances et les instrumens de la chimie moderne. Peut-être pourrait-on graduer d'abord ou concentrer cette sève par la congélation, et diminuer ainsi le grand travail et les frais de son évaporation. Il faudra d'abord analyser avec soin la sève de l'érable.

C. Le miel est la seule matière connue et employée dans l'antiquité, qui en faisait beaucoup de cas. On a prétendu que les anciens savaient, par des procédés de purification analogues à ceux qu'on pratique pour le sucre, en extraire une matière solide et concrète, susceptible de se conserver ; mais aucun monument historique ne prouve la vérité de cette assertion, quoique rien ne s'oppose directement à la réussite d'un pareil

travail. Il est cependant beaucoup plus vraisemblable que les anciens, qui distinguaient avec soin les différentes espèces de miel, et qui avaient la plus grande industrie pour l'entretien des abeilles, en employaient différentes espèces, suivant les usages auxquels ils le destinaient, et en choisissaient pour quelques-uns de ces usages une espèce concrète et grenue plus ou moins rapprochée de notre sucre proprement dit. Le miel n'est autre chose que le nectar ou le suc sucré et aromatique que les abeilles ramassent dans les fleurs, et qu'elles portent dans leurs rayons pour leur propre nourriture dans la saison froide, et pour celle de leurs petits. Il accompagne spécialement les organes féminins de la génération des plantes, et se trouve à la base des pistils dans les fleurs; il imprègne même communément le style, qui en contient dans toute sa continuité, comme on le sent en suçant ces parties des fleurs. Il paraît servir à fixer et à conduire l'effluve fécondant du pollen. Le miel est une combinaison de matière sucrée et de mucilage aromatique ou odorant. Le corps muqueux qu'il contient lui donne de la viscosité, une qualité comme glutineuse, de la déliquescence, et le rend difficile à purifier.

D. La manne est la quatrième espèce de matière sucrée que je distingue dans le genre. C'est un suc sucré gommeux, coloré par une matière extractive nauséabonde : aussi sa saveur est-elle désagréable et bien différente de celle du sucre proprement dit. Elle sort spontanément en petites gouttelettes qui forment des grains solides, des feuilles du pin, du sapin, du chêne, du génevrier, du saule, du figuier, de l'érable, de l'olivier. On la voit sous la forme et le nom de miellée sur les feuilles de l'orme, du tilleul et du charme, dont elle recouvre la surface supérieure d'un enduit léger et vernissé. Lobel et Rondelet ont décrit, sous le nom d'*alcoméli*, celle qui se trouve sur les oliviers aux environs de Montpellier; Tournefort en a également recueilli sur les arbres aux environs d'Aix et de Toulon. Mais les arbres qui fournissent le

plus de ce suc, et d'où on extrait celui qui est employé en médecine, sont le frêne, le mélèze et l'alhagi.

Le frêne, qui croît abondamment dans tous les climats tempérés, donne sur-tout beaucoup de manne en Sicile et en Calabre. Quoique la manne se ramasse sur les nervures de ses feuilles, on en obtient une beaucoup plus grande quantité en faisant des incisions à l'arbre. Le suc sucré découle par les ouvertures et s'attache en se séchant sur le tronc des arbres d'où on l'enlève. En plaçant des pailles ou de petits bâtons dans les incisions, la manne y forme, en s'y encroûtant, des espèces de stalactites qu'on nomme *manne en larmes :* c'est la plus belle et la plus pure. Les fragmens qu'on recueille sur l'arbre même, et qui sont irréguliers, moins purs que la première espèce, forment la *manne en sortes ;* quant aux morceaux qui tombent à terre, et qui sont mêlés de beaucoup d'ordures, on les nomme *manne grasse*, parce qu'ils sont formés de larmes impures, collées les unes sur les autres par un suc brun, visqueux et comme gras. Le frêne donne quelquefois de la manne dans nos départemens méridionaux. Le citoyen Chaptal en a vu qui avoit été recueillie à Aniane, à deux myriamètres environ de Montpellier.

Le mélèze, qui croît abondamment aux environs de Briançon, fournit pendant l'été une espèce de manne en petits grains, que les habitans ramassent sur les nervures des feuilles de cet arbre, qu'ils mettent dans des pots, et qu'ils conservent dans des endroits frais. Cette espèce de manne jaunit beaucoup, répand une odeur désagréable, et a une saveur beaucoup plus nauséabonde que la manne du frêne.

Quant à celle de l'alhagi, elle découle d'un arbrisseau, d'une espèce de genêt qui croît dans la Perse, et sur lequel Tournefort a donné des détails intéressans. Elle est sous la forme de petits grains que la chaleur du soleil a desséchés sur l'arbre. Cette manne alhagine est vendue, dans la ville de Tauris, sous le nom de *téréniabin*. Elle n'est presque pas connue ni employée en Europe.

La manne bouillie dans peu d'eau, clarifiée par le blanc d'œuf, et suffisamment rapprochée, fournit de véritables cristaux de sucre.

26. On assure aujourd'hui, d'après des expériences modernes de M. Achard de Berlin, que l'on peut extraire avec avantage du sucre solide et cristallisé de la betterave blanche veinée de rouge; que cette espèce de sucre pourra remplacer celui de la canne cultivée en Amérique et en Afrique, et être donnée à un prix beaucoup plus bas. Les essais que l'on répète en France sur cet objet, nous apprendront bientôt ce qu'il faut penser de cette utilisation de la découverte déja ancienne de Margraff.

F. *Usages.*

27. La matière sucrée est un aliment très-recherché d'un grand nombre d'animaux, et sur-tout des insectes. On voit la plupart de ceux-ci, et spécialement les insectes à trompes se rassembler auprès de tous les sucs sucrés, être attirés même par les fragmens de sucre solide qui n'ont pas d'odeur, et s'en saisir avidement. On sait combien d'insectes habitent les fleurs, et vont puiser leur nourriture dans leurs nectaires. L'homme y trouve également une partie de sa subsistance; mille faits et spécialement ce qui se passe dans les colonies à sucre, prouvent que cette substance peut lui tenir lieu d'aliment. Cependant, chez la plupart des peuples policés, le sucre n'est qu'un assaisonnement; mais comme tel on en varie extrêmement la forme, et on le fait servir à mille usages. Il sert à conserver une foule de corps qui, sans lui, seraient plus ou moins altérables, comme le prouve l'art du confiseur. Il adoucit l'âcreté, ou relève la saveur et masque l'insipidité d'une foule de substances ou d'alimens végétaux. La nature elle-même en a montré l'usage à l'homme en le lui présentant dans un grand nombre de matières alimentaires formées par les plantes, et en l'unissant comme assaisonnement avec le mucilage fade,

la fécule insipide, l'acide piquant, l'arome ambrosiaque, etc.

28. Le sucre est aussi un des médicamens les plus employés, une des matières qu'on donne le plus souvent et le plus abondamment aux malades. On le range spécialement parmi les adoucissans, les fortifians légers, ou même les analeptiques, les relâchans, ou plutôt les laxatifs, les antiseptiques. Il sert à édulçorer toutes les boissons; et quand on calcule la quantité qu'en prennent ordinairement les malades, on reconnaît qu'elle suffit pour les soutenir, les nourrir, et entretenir, quelquefois même plus qu'il ne faut, la force nécessaire à la guérison de leurs maladies. Pour peu qu'il soit combiné avec quelques matières étrangères, sur-tout celles qui ont une saveur plus ou moins désagréable ou nauséeuse, il devient purgatif, comme on le voit, dans les diverses espèces de miel, de manne, dans un grand nombre de fruits qui sont laxatifs. Sa propriété antiseptique et conservatrice se montre même en recouvrant d'une couche plus ou moins épaisse de ce corps en poudre les chairs des animaux, les fruits, etc. Sa qualité conglutinante et comme légèrement astringente le rend très-propre à guérir les blessures, les coupures, à arrêter les légers écoulemens sanguins, à rapprocher les lèvres d'une plaie récente, et même à diminuer jusqu'à un certain point le mauvais état et la pourriture des vieux ulcères, etc.

29. Dans les arts, le sucre sert aussi à un grand nombre d'usages, pour donner du brillant à des enduits, à de l'encre, à des dessins, à quelques surfaces légères; pour communiquer une saveur agréable à la colle à bouche; pour gommer des taffetas à mettre sur les coupures; il est la base ou l'excipient d'une foule de préparations pharmaceutiques, etc.

ARTICLE VII.

Du quatrième des matériaux immédiats des plantes, ou des acides végétaux.

§. Ier.

De ces acides en général, de leur nature, de leur dénombrement, et de leur classification.

1. Quoiqu'on puisse considérer en général comme un seul des matériaux immédiats des végétaux l'acide qui y est contenu si abondamment; quoiqu'il soit permis de penser que ce corps, d'une saveur si bien caractérisée et si reconnaissable, est, par-tout où il se rencontre, dans les plantes ou leurs produits, une seule matière diversement modifiée, et jouissant de quelques propriétés distinctives variées d'après une légère nuance dans sa composition qui est toujours la même, toujours identique, il est cependant difficile de ne pas regarder comme de véritables espèces ceux des acides végétaux qui offrent le plus de différences entre eux, soit dans les propriétés que tous les hommes y distinguent, soit dans les usages plus ou moins éloignés les uns des autres auxquels ils les emploient, d'après les qualités très-disparates qu'ils leur ont reconnues.

2. Il ne sera jamais permis de confondre le suc aigre, si agréable du citron, des pommes, du vinaigre, avec l'âpreté resserrante de la noix de galle, et l'âcreté brûlante de l'acide extrait du benjoin. Il est vrai que la chimie moderne est parvenue à rapprocher, par ses savantes spéculations, et à confondre presque par ses ingénieuses expériences, le suc des pommes avec l'acide de l'oseille, avec l'acide acéteux, etc.

mais elle n'a point fait encore la même chose avec tous les acides des végétaux. Si plusieurs ont été déja convertis par ses moyens puissans les uns dans les autres, tous n'ont pas subi encore cette espèce de métamorphose; et quoiqu'il soit permis d'espérer, ou que par des expériences ultérieures on opérera toutes ces conversions, ou qu'on trouvera les véritables causes de la non réussite de ces transmutations; toujours est-il certain que, dans l'état actuel de nos connaissances, il est nécessaire de distinguer soigneusement les divers acides que nous offrent les végétaux.

3. Cette partie de la chimie a fait d'immenses progrès depuis l'année 1776 jusqu'aujourd'hui. A peine distinguait-on dans cette première époque deux acides différens l'un de l'autre dans les végétaux, celui qui y était natif et qu'on croyait toujours être une espèce de tartre, et celui qui était le produit de la fermentation; et cependant le nombre des plantes aigres se montrait immense dans les premiers et les plus légers essais des chimistes; le nombre de ceux qu'on obtenait dans les changemens qu'on faisait éprouver aux végétaux par les moyens analytiques auxquels on les soumettait, paraissait également considérable. Au moment où la chimie est arrivée, on compte au moins quinze espèces d'acides végétaux: ce sont les travaux de Bergman et de Schéele qui ont ouvert cette brillante carrière, et beaucoup de chimistes modernes y ont marché à grands pas.

4. Tous ces acides, quels qu'ils soient, artificiels ou factices, sont composés de principes analogues. On y trouve, par des analyses exactes, constamment du carbone, l'hidrogène, et de l'oxigène; ils se réduisent tous par les procédés oxigénans ou comburans en eau, et en acide carbonique. On doit donc les regarder comme des acides à radicaux binaires *hidro-carboné* ou *carbo-hidrogéné*, unis à des proportions diverses d'oxigène, qui ne diffèrent des oxides végétaux proprement dits, ou des matériaux immédiats non acides des végétaux, que par la sura-

bondance du principe acidifiant. C'est ainsi qu'on concevra facilement comment les oxides se convertissent en acides, soit par l'action du feu, soit par l'action des acides décomposables à radicaux simples, soit par la fermentation. C'est encore ainsi que s'explique la conversion réciproque de plusieurs de ces acides les uns dans les autres. Il suffit, pour opérer l'une ou l'autre de ces conversions, de faire varier les proportions des principes qui constituent ces matériaux ou ces acides: presque toujours on en extrait des quantités diverses d'hidrogène ou de carbone, ou de tous deux à la fois, et l'on y augmente celle de l'oxigène : ce qui en opère l'acidification.

5. Quand on essaie les plantes qu'on rencontre à la promenade, avec du papier bleu très-sensible, la plupart donnent des traces d'acidité; mais la plupart, traitées avec plus d'exactitude dans leurs sucs, contiennent plusieurs acides à la fois, et il est très-rare, peut-être même impossible, de trouver un seul acide dans une partie des plantes, spécialement dans les sucs de fruits acides. On observe le même phénomène lorsqu'en traitant les oxides végétaux divers, et sur-tout le muqueux, le sucré, la fécule, etc., par les divers procédés oxigénans ou acidifians, on les convertit en acides. On en obtient au moins de deux espèces, souvent de trois à la fois. C'est ainsi que j'ai converti le corps ligneux en quatre acides, et que j'en ai trouvé jusqu'à cinq espèces diverses dans les vins verts et aigres des environs de Paris. Il paraît donc que l'art imite les procédés de la nature en fabriquant les acides, puisqu'ils sont toujours plusieurs ensemble, quoique je doive faire remarquer ici que les acides simultanément offerts par la nature dans un grand nombre de matières végétales, sont souvent de la classe de ceux que l'art n'a pas pu encore imiter.

6. Pour connaître les espèces assez nombreuses d'acides végétaux, car je ne comprends ici que ceux qui ont l'hidrogène et le carbone pour radical binaire, et non pas les acides à radicaux simples, le sulfurique, le nitrique, le carbonique qui se trou-

souvent combinés dans les matières végétales, il est nécessaire d'admettre entre eux une division méthodique, une classification qui permette de les comparer, d'en exposer régulièrement les caractères distinctifs, les analogies et les différences. Dans cette intention je les partage en six genres.

Je comprends dans le premier les acides végétaux natifs, qui existent purs et sans combinaison dans les plantes : il y a cinq espèces dans ce genre ; savoir, le gallique, le benzoïque, le succinique, le malique et le citrique.

Je range dans le second genre les acides en partie saturés de potasse, que l'on nomme acidules végétaux, et qui renferment deux espèces, l'acidule oxalique et l'acidule tartareux.

Le troisième genre appartient aux acides formés par le feu ou empyreumatiques, qui sont au nombre de trois espèces, l'acide pyromuqueux, l'acide pyrotartareux et l'acide pyroligneux.

Au quatrième genre, je rapporte les acides factices ou artificiels que l'art forme par l'action des corps oxigénés ou des acides puissans sur quelques matériaux immédiats des végétaux, et qu'on n'a point encore rencontrés dans la nature. Ce genre contient trois espèces ; savoir, l'acide muqueux, l'acide camphorique et l'acide subérique.

Je place dans le cinquième genre les acides artificiels analogues aux précédens par leur origine factice, ou dus à l'art, mais qui sont semblables à ceux qu'on trouve aussi tout formés dans la nature. Ce cinquième genre contient deux ou trois espèces, l'acide malique, l'acide tartareux sur lequel il y a du doute relativement à sa fabrication artificielle, comme je l'indiquerai plus bas, et l'acide oxalique.

Enfin je forme un sixième genre des acides végétaux produits par la fermentation ; il n'y a encore que deux espèces, l'acide acéteux et l'acide acétique, appartenant à ce genre, quoiqu'il soit très-vraisemblable, ainsi que je le ferai voir, que la fermentation est capable d'en produire un plus grand

nombre, qu'on n'a pas encore assez exactement examinés pour les distinguer comme des espèces particulières.

§. II.

Du premier genre des acides végétaux, ou des acides natifs et purs.

1. Malgré l'immense quantité de plantes et de végétaux spontanément acides qu'on trouve abondamment et sous toutes les latitudes, les chimistes, en examinant les plantes, n'ont reconnu encore que cinq espèces bien distinctes, et différentes les unes des autres. Il ne faut pas croire cependant que les découvertes soient entièrement terminées, et qu'il n'y ait pas d'espérance d'en trouver par la suite un plus grand nombre, lorsqu'on aura mieux examiné les végétaux naturellement acides.

2. Quoique j'indique ce premier genre comme contenant des acides natifs et purs, ce n'est pas d'acides entièrement isolés et purifiés qu'il est question, et il ne faut entendre cette pureté que relativement aux acides du second genre, qui sont en partie saturés de potasse : en effet, ceux-ci sont bien libres de potasse et de saturation; mais ils ne sont pas complétement isolés et séparés de toute matière étrangère. On les trouve mêlés de mucilage, de sucs acides, de fécule légère, de matière colorante; et il faut employer différens moyens pour les obtenir dans l'état de pureté convenable pour examiner leurs propriétés et leurs caractères.

3. Des cinq espèces d'acides comprises dans ce genre, trois, le gallique, le benzoïque et le succinique, peuvent être obtenus sous forme cristalline par la sublimation; un quatrième prend une forme cristalline très-régulière par l'évaporation de sa dissolution : c'est l'acide citrique; le cinquième ne peut pas acquérir cette cristallisation, et reste toujours en magma : c'est l'acide malique. On voit donc que quand on n'en con-

naîtrait que cette propriété, on les distinguerait facilement les uns des autres ; mais leur histoire exacte fournira beaucoup d'autres caractères distinctifs entre eux.

Espèce I.

Acide gallique.

A. *Histoire, siége, extraction, purification.*

1. On donne le nom d'acide gallique à celui qu'on retire de la noix de galle plus abondamment que de toute autre substance végétale, quoiqu'il soit contenu aussi dans le bois et l'écorce de chêne, de frêne, de saule, dans le quinquina, le simarouba, la grenade, le sumac, la racine de tormentille et de bistorte, le cône de cyprès, le brou de noix, la tige de l'iris des marais, etc. Les chimistes connaissaient, dans toutes ces substances, la propriété de précipiter les sels ferrugineux en noir, et ils l'attribuaient à ce qu'ils nommaient leur propriété astringente. Macquer, Lewis, Cartheuser et Gioanetti avaient recherché, par quelques expériences, mais sans un succès bien complet, la manière d'agir de ces substances sur les dissolutions de fer. Monnet avait spécialement annoncé que les astringens végétaux agissaient immédiatement sur le fer métallique et le coloraient en noir. Gioanetti avait découvert que le précipité d'encre n'était point altérable à l'aimant, que le fer n'y était pas à l'état métallique, comme on l'avait cru assez généralement avant lui.

2. Quoique ces faits eussent dû faire penser que le précipitant du fer en noir, dans des matières végétales astringentes, était un acide, les académiciens de Dijon sont les premiers qui ont adopté cette idée en 1772. Ils ont fait voir que les produits distillés de la noix de galle noircissaient la dissolution du sulfate de fer ; que cette excroissance donnait avec

l'eau froide un extrait d'un douzième de son poids; que son infusion rougissait le tournesol et le papier bleu ; que le même principe, précipitant le fer en noir, était dissoluble dans les huiles, l'alcool et l'éther ; que d'autres acides le dissolvaient aussi sans l'altérer ; que sa dissolution dans l'eau précipitait le soufre des sulfures alcalins ; qu'elle décomposait les dissolutions métalliques, et colorait leurs oxides en s'y unissant ; qu'elle dissolvait immédiatement le fer, et réduisait l'argent et l'or après les avoir séparés de leurs dissolvans.

3. Ces détails rapprochés n'étaient encore qu'une preuve générale de la nature acide du principe de la noix de galle précipitant le fer en noir ; mais ils ne donnaient pas le moyen d'extraire et d'obtenir à part cet acide, et d'en reconnaître les propriétés caractéristiques. C'est à Schéele qu'est due la découverte de cet acide, par le procédé qu'il a publié en 1780 pour l'extraire pur et cristallisé. Il versait sur une partie de noix de galle concassée ou en poudre grossière six parties d'eau très-pure ; il laissait macérer pendant une quinzaine de jours à la température de 16 à 20 degrés ; il filtrait, et mettait la liqueur dans un grand vase de verre ou de terre pour l'exposer à l'air et la laisser lentement évaporer. Il se formait une noircissure et une pellicule épaisse comme glutineuse ; il se précipitait des flocons muqueux très-abondans ; la dissolution n'avait plus de saveur fort astringente, mais un goût plus sensiblement acide. Après deux ou trois mois d'exposition à l'air, Schéele avait observé sur les parois des vases où la liqueur était contenue une plaque brune adhérente au vase et couverte de cristaux grenus, brillans, d'un gris jaunâtre : il trouvait aussi une grande quantité de ces cristaux sous la pellicule épaisse qui recouvrait la liqueur. Alors il décantait celle-ci ; il versait sur le dépôt la pellicule et la croûte cristalline de l'alcool qu'il faisait chauffer ; ce dissolvant enlevait tout l'acide cristallisé sans toucher au mucilage : il évaporait la dissolution alcoolique, et obtenait ainsi

l'acide gallique pur en petits cristaux comme grenus, brillans et d'un gris légèrement jaunâtre. C'est par ce procédé que l'on a préparé, depuis Schéele, l'acide dont je parle, jusqu'à la connaissance d'une autre manipulation qui paraît devoir lui être préférée.

4. Le cit. Deyeux a donné, quelques années après Schéele, un très-bon mémoire sur l'analyse de la noix de galle. Il a spécialement découvert qu'en chauffant lentement et avec précaution, dans une cornue de verre un peu large et haute, cette excroissance du chêne concassée, il se sublime une assez grande quantité de cristaux lamelleux, brillans, argentés, assez larges, et qui jouissent de toutes les propriétés de l'acide gallique pur. Il indique ce procédé pour préparer cet acide; mais je ferai remarquer que ce moyen, beaucoup plus prompt que celui de Schéele, ne réussit qu'en apportant beaucoup de précaution dans l'opération. Il faut donner le feu modérément, prendre bien garde de le pousser jusqu'à dégager de l'huile; car celle-ci emporte et dissout en un instant tous les cristaux sublimés avant son apparition. A l'aide de ces soins, quoique le feu détruise constamment une portion de l'acide gallique, on en obtient toujours une quantité assez considérable, qui est très-pur, très-blanc, très-bien cristallisé, et qui dans cet état n'a éprouvé aucune altération. On n'y trouve point, après l'avoir retiré par ce procédé, de la matière extractive et colorante qui l'altère dans le procédé donné par Schéele.

B. *Propriétés physiques.*

5. L'acide gallique, extrait sur-tout par le second procédé, est solide, cristallisé en octaèdres à triangles scalènes, ou en lames brillantes, d'une saveur aigre, piquante et austère, mais beaucoup moins forte et astringente que celle de la noix de galle, d'où il provient; ce qui fait croire aux chimistes modernes que

cet acide n'est pas la seule source de l'astriction, comme on l'avait pensé autrefois : et en effet, l'acide obtenu par la sublimation a beaucoup moins de saveur astringente que celui qui est extrait par la seule macération, suivant le procédé de Schéele. Par cette dernière préparation, au lieu d'avoir l'acide en lames comme par la sublimation, on obtient l'acide gallique en petits octaèdres d'un gris jaunâtre.

6. Il est très-léger et susceptible de s'élever en vapeur à une chaleur douce ; il se condense et se cristallise en refroidissant. Dans son état de vapeur, il a une odeur aromatique, piquante, assez analogue à celle de l'acide benzoïque. Il se fond très-vîte au feu, et forme, presque au moment même de sa volatilisation, une masse liquide épaisse, brune, boursouflée, exhalant une fumée odorante ; de sorte qu'il y en a toujours une certaine quantité qui est décomposée. Il colore fortement la teinture de tournesol.

C. *Propriétés chimiques.*

7. L'acide gallique, quoique volatil à un degré de chaleur peu considérable, est en même temps facilement décomposable, puisque chaque fois qu'on le sublime il s'en décompose toujours une partie. Cette décomposition est accompagnée de formation et de dégagement d'eau, d'un acide liquide, de gaz acide carbonique, de gaz hidrogène carboné, et de quelques gouttes d'huile brune : elle laisse un charbon assez abondant, difficile à brûler et à incinérer.

8. Cet acide n'est pas sensiblement altérable à l'air ; il exige 24 parties d'eau froide ou à 10 degrés pour se dissoudre ; il ne se cristallise que par une évaporation lente et insensible : l'eau bouillante en dissout un tiers de son poids. Il se précipite de sa dissolution à mesure qu'elle refroidit, mais sans forme régulière, et avec la seule disposition de petits grains qui ne blanchissent point, et restent avec leur

couleur jaunâtre primitive. L'alcool en dissout une quantité beaucoup plus grande. Ce liquide froid en prend un quart de son poids. Lorsqu'il est bouillant il peut en tenir presque une quantité égale à la sienne : il s'en précipite par le refroidissement. Lorsque la dissolution d'acide gallique dans l'eau est gardée dans des vaisseaux fermés, elle s'altère, se décompose, dépose des flocons muqueux ; l'acide se détruit lentement.

9. Il n'est point altérable par les corps combustibles ; le charbon sur lequel on passe la dissolution bouillante le blanchit un peu. L'acide sulfurique concentré le décompose et le carbone. L'acide nitrique le change en acides malique et oxalique. L'acide muriatique oxigéné l'altère aussi d'une manière particulière et qui n'a point encore été convenablement déterminée, quoiqu'elle soit importante à connaître.

10. L'acide gallique uni à la barite, à la strontiane, à la chaux et à la magnésie, forme avec ces bases des sels peu solubles, colorés en fauve, qu'un excès de leur base réciproque fait dissoudre beaucoup plus abondamment dans l'eau qu'ils ne s'y dissolvent naturellement. Ses composés salins avec la potasse, la soude et l'ammoniaque ne sont pas encore assez connus et assez examinés pour pouvoir être décrits. On sait qu'en général ils sont peu dissolubles, et que leurs caractères génériques consistent uniquement dans la précipitation des dissolutions métalliques en gallates colorés, et spécialement de celles de fer en poussière noire ou bleue foncée.

11. La propriété qui distingue le plus l'acide gallique de tous les autres acides végétaux, c'est la grande attraction qu'il exerce sur les oxides métalliques ; elle est telle que cet acide l'enlève au plus grand nombre des acides les plus puissans : les phénomènes que produit l'acide gallique versé dans les dissolutions métalliques, sont extrêmement variés. Plus les oxides abandonnent promptement leur oxigène, et plus ils sont altérables par l'acide gallique. Versé dans la dissolution d'or, il lui donne une couleur verdâtre, en précipite une

poudre brune qui se réduit promptement en or, et recouvre la dissolution d'une pellicule d'or bien réduite, brillante et métallique. L'argent est séparé en précipité brun de sa dissolution nitrique, et une lame légère de ce métal réduit couvre bientôt la surface de la liqueur. Le mercure est précipité en jaune orangé, le cuivre en brun, le bismuth en jaune citron, le fer en noir. Les dissolutions de platine, de zinc, d'étain, de cobalt et de manganèse ne sont point précipitées par l'acide gallique ; et on peut remarquer en général ici quelles sont justement celles des métaux qui tiennent le plus fortement la quantité d'oxigène nécessaire à leur saturation, et qui ne se fractionnent point dans leur oxidation ; tandis que ceux qui sont précipitables par cet acide s'arrêtent en général à divers degrés d'oxidation, tiennent peu à la dernière portion d'oxigène qui les sature, et ne sont en général séparés de leurs dissolvans qu'à leur *maximum* d'oxidation.

12. C'est ce qu'on a vu particulièrement pour les dissolutions de fer. M. Proust a très-bien prouvé que celles de ces dissolutions qui ne contiennent que du fer peu oxidé, qui sont à peine colorées et verdâtres, ne donnaient ou point ou que très-peu de précipité peu coloré et violet, ou d'un rouge foncé ; que celles, au contraire, dont le fer était surchargé d'oxigène formaient tout de suite un précipité bien noir ; qu'il y aurait de l'avantage pour la préparation de la couleur noire, de la teinture en noir ou de l'encre, à employer le sulfate de fer rouge ou suroxigéné ; que c'est faute de se servir de ce dernier qu'on est obligé d'agiter dans l'air les étoffes au sortir du bain, afin de leur faire absorber l'oxigène qui favorise la combinaison du fer avec l'acide gallique ; que c'est par la même raison que l'encre prend une belle couleur noire par son exposition à l'air ; qu'on peut produire cet effet oxigénant et noircissant au moment même où l'on fait les mélanges, en y ajoutant de l'acide muriatique oxigéné. Telle est la théorie fort simple de la fabrication des bains de teinture

noire et de l'encre, qui tiennent, comme on le voit, à l'état très-oxidé du fer, et à son union forte dans cet état avec l'acide gallique.

13. Tout ce que je viens d'exposer des propriétés de l'acide gallique prouve que c'est celui des acides végétaux qui contient le plus de carbone, comme le prouvent sa couleur, sa facilité à noircir au feu et à l'air, son peu d'altérabilité spontanée, la grande quantité de charbon qu'il laisse après sa dissolution, celle de l'acide carbonique qu'il donne dans les décompositions par le feu et par l'acide nitrique. On pourrait le regarder comme une sorte d'acide carboneux, ainsi que l'avait pensé le citoyen Deyeux, s'il était permis d'exclure l'hidrogène de sa composition. Mais la présence de ce dernier principe qui constitue avec le carbone son radical binaire, qui le rapproche par là de tous les acides végétaux, et qui d'ailleurs y est démontrée par tous les phénomènes de sa décomposition, s'oppose à ce qu'on admette cette opinion, qui d'ailleurs est ingénieuse, quoique peu exacte dans l'état actuel des connaissances chimiques.

D. *Usages.*

14. L'acide gallique est fort employé dans la teinture et dans la fabrication de l'encre; il fait la base de toutes les teintures noires et de tous les fonds de cette nuance, tels que les gris, etc. Ce n'est jamais dans son état de pureté qu'on s'en sert, mais mêlé, comme il l'est dans les matières végétales qui le contiennent, avec des extraits, avec la substance astringente, et spécialement avec le tannin. Voilà pourquoi la couleur noire que donne cet acide si mélangé est nuancée de rouge ou de pourpre, qui paraît souvent quand le noir est altéré. On peut préparer de l'encre beaucoup plus colorée, beaucoup plus pure, et moins altérable avec l'acide gallique purifié qu'avec la décoction de noix de galle. Cet acide est

souvent usité en chimie pour reconnaître et déterminer la présence, la quantité ou même l'état du fer dans une foule de substances, de dissolutions.

ESPÈCE II.

Acide benzoïque.

A. *Histoire, siége, extraction, purification.*

1. C'est à Blaise de Vigenere, qui écrivait au commencement du dix-septième siècle, que l'on doit la première connaissance de l'acide benzoïque. Il a dit le premier qu'en distillant le benzoin on en obtenait un sel acide cristallisé en aiguilles odorantes et âcres, qu'on a nommées depuis en pharmacie *fleurs de benjoin*. Quelques chimistes ont cru que c'était un acide minéral modifié, jusqu'à ce que les propriétés qu'on a reconnues dans cet acide n'aient plus permis de le méconnaître pour un acide végétal d'une espèce différente de tous les autres acides de cette classe. Geoffroy annonça en 1738 qu'on pouvait l'extraire par l'eau. Lémery donna un très-bon procédé pour l'obtenir par la sublimation. Schéele apprit enfin à le séparer du benjoin par le moyen de la chaux. M. Lichtenstein a publié des observations sur le procédé de Schéele et sur plusieurs propriétés de cet acide.

2. Le benjoin n'est pas la seule substance végétale qui fournisse l'acide benzoïque; cet acide ne porte même ce nom que parce que le benjoin est la substance végétale dont on se sert le plus communément pour l'obtenir, et qui le donne très-abondamment. On le retire aussi du storax pur, du styrax ordinaire, du baume du Péron et de Tolu, du liquidambar, de la vanille, et même de la canelle dont l'eau distillée le laisse déposer en aiguilles cristallisées par le refroidissement et le repos. Il existe encore dans l'urine des enfans, même souvent dans celle des adultes, et constam-

ment dans l'urine des quadrupèdes qui vivent d'herbes et de foin, sur-tout dans celles du chameau, du cheval, de la vache. Il y a lieu de croire qu'un grand nombre de végétaux, et même de graminées, le contiennent plus ou moins abondamment, et que c'est de cet aliment qu'il passe dans les urines. Nous avons de fortes raisons, le citoyen Vauquelin et moi, de le soupçonner dans l'*anthoxantum odoratum* ou la flouve, herbe qui, comme on sait, donne la qualité aromatique au foin. Nous avons trouvé cet acide combiné avec la potasse et la chaux dans l'eau de fumier, comme dans les urines des quadrupèdes indiqués.

3. Pour l'obtenir par le procédé le plus commun ou le plus utile, on met dans un pot de terre du benjoin pur grossièrement pulvérisé ; on couvre ce vase d'un cône de carton collé sur les bords du pot : on place cet appareil sur un fourneau chargé de très-peu de feu, et même de cendres chaudes. A cette chaleur l'acide benzoïque se sublime et s'attache aux parois du cône que l'on enlève, et que l'on renouvelle toutes les deux heures : on continue jusqu'à ce que l'acide sublimé commence à se colorer par l'huile qui lui succède immédiatement par l'action du feu. Bucquet avait substitué à cet appareil de Lémery deux simples terrines de grès dont les bords étaient usés, qu'il collait l'une sur l'autre, afin de ne pas perdre toute la quantité d'acide qui s'exhale à travers les parois du carton.

4. Dans le procédé de Geoffroy, on faisait digérer le benjoin pulvérisé dans l'eau chaude, et celle-ci filtrée donnait par le refroidissement des cristaux aiguillés ; mais Schéele a observé qu'on n'en retirait par là qu'une petite quantité, à cause de l'impossibilité où est l'eau de pénétrer la partie résineuse du benjoin, sur-tout fondue, et qui surnage toujours la liqueur. C'est à cause de cet inconvénient qu'il s'est arrêté, après plusieurs essais avec diverses substances alcalines, au procédé suivant. On prend une partie de chaux vive qu'on étend

d'abord dans trois parties d'eau, on y ajoute environ trente parties d'eau qu'on mêle ensuite peu à peu, et avec un mouvement capable de bien disposer les matières entre elles, avec quatre parties de benjoin en poudre : on chauffe le tout sur un feu doux pendant une demi-heure, en agitant continuellement le mélange ; on le retire alors du feu, et on le laisse déposer pendant quelques heures ; on décante la liqueur claire qui surnage ; on jette huit parties d'eau sur le résidu, on le fait bouillir une demi-heure, et on le mêle à la précédente lessive. On réduit la liqueur par l'évaporation à deux parties ; on y verse goutte à goutte, et jusqu'à un léger excès, de l'acide muriatique, qui forme un précipité pulvérulent d'acide benzoïque en décomposant le benzoate de chaux dissous dans la lessive : on lave bien le précipité sur un filtre ; et si on veut l'obtenir en cristaux, on le dissout dans cinq à six fois son poids d'eau bouillante ; on filtre à travers un linge, et on laisse refroidir la dissolution, qui dépose de longs prismes comprimés. Dans cette opération l'acide benzoïque, enlevé au benjoin par la chaux, forme du benzoate calcaire qui se dissout dans la lessive, et que l'acide muriatique décompose à cause de sa plus grande attraction pour la chaux.

5. Quoique Schéele, en publiant ce procédé, dût annoncer qu'il fournissait autant d'acide que la sublimation qui ne lui en avait fourni que 0.08 à 0.10 du benjoin ; malgré l'assertion de Spielman, qui en avait porté la quantité au quart du poids de ce baume, M. Lichteinstein a prétendu dans de nouvelles Observations publiées en Allemagne depuis le Mémoire de Schéele, que cette opération ne fournit pas autant d'acide que la sublimation ; mais il est permis de croire, avec Schéele lui-même et avec le citoyen Guyton, que. M. Lichteinstein, comme Spielman, comptent dans le poids de l'acide benzoïque extrait par le feu la portion impure de ce sel et salie par un peu d'huile, qui augmente beaucoup la quantité : en sorte que le procédé de Schéele n'en mérite pas moins la

préférence sur toutes les autres méthodes décrites avant la sienne.

6. Nous avons confirmé la bonté de ce procédé, et multiplié, en quelque sorte, son utilité, en proposant d'extraire l'acide benzoïque, pour les usages chimiques et pharmaceutiques, des eaux de fumier, des étables et des écuries, par le moyen de l'acide muriatique qui y décompose le benzoate calcaire, et en sépare l'acide benzoïque comme dans le procédé de Schéele. Ce nouveau procédé fera tirer partie d'une matière absolument délaissée jusqu'ici, absolument inutile, l'urine des quadrupèdes. Si l'on craint que l'acide obtenu par cette méthode ait une odeur étrangère et différente de celle qu'il doit avoir, on peut le dissoudre dans l'eau bouillante, filtrer sa dissolution, et la laisser refroidir pour en obtenir l'acide cristallisé. En répétant cette opération deux fois de suite sur l'acide extrait des eaux de fumier ou des urines, on lui enlevera presque totalement l'odeur qui cependant n'est pas fétide, mais seulement un peu différente de celle de cet acide extrait du benjoin. L'urine de buffle est celle qui fournit le plus de cet acide.

B. *Propriétés physiques.*

7. L'acide benzoïque pur est en poudre légère sensiblement cristallisée, ou en aiguilles fines dont il est très-difficile de déterminer la forme à cause de leur petitesse. Il est blanc et brillant quand il est bien pur : celui qui est coloré en jaune ou en brun est souillé d'une certaine quantité d'huile volatile. Ce n'est point une matière cassante comme sa solidité et sa forme cristallisée sembleraient l'annoncer; il est, au contraire, ductile et comme élastique. Quand on veut le broyer il fait une espèce de pâte ou de pulpe.

8. Il a une saveur âcre, piquante, acidule, chaude et très-amère. Il rougit la teinture de tournesol et non le sirop de violette. Il n'a point une forte odeur quand il est froid, quoi-

que le léger aromate qu'il répand puisse cependant le caractériser et le faire distinguer ; mais il en prend une très-vive lorsqu'on le chauffe, et sur-tout lorsqu'on le volatilise. Il est très-léger et occupe un grand volume, sur-tout sous la forme de longues aiguilles entrelacées en toutes sortes de sens.

9. Exposé à un feu doux il se liquéfie, forme un corps mou, brun et légèrement boursouflé, qui se refroidit en une croûte solide, offrant à sa surface des traces de cristallisation en rayons divergens. A un feu plus fort, il se sublime et s'exhale dans l'air en fumée blanche, âcre, irritante, qui pique les yeux et en tire les larmes : on le voit se volatiliser aussi très-promptement si on le met sur un charbon ardent.

C. *Propriétés chimiques.*

10. L'acide benzoïque s'enflamme quand on le chauffe vivement avec le contact de l'air, quand on l'approche d'un corps enflammé, quand on le touche liquéfié avec un fer rouge, quand on le soumet à la commotion électrique. Si on le chauffe seul dans un appareil fermé, la plus grande partie se sublime sans altération ; mais une partie se décompose, donne un peu de phlegme acide, de l'huile plus abondamment que tout autre acide végétal, et sur-tout une beaucoup plus grande quantité de gaz hidrogène carboné que tous les corps de cette nature. Il ne laisse qu'une trace de charbon dans la cornue. Pour le mieux décomposer, il faut le traiter dans un appareil distillatoire après l'avoir mêlé de sable : par là on s'oppose à sa volatilisation, et on le force de subir une plus longue et plus vive action du feu ; on en obtient alors beaucoup plus de phlegme, d'huile, de gaz et de charbon. On n'a point encore exactement déterminé la proportion de ses principes.

11. Il n'est pas sensiblement altéré par l'air ; on en a conservé pendant vingt ans dans un vaisseau ouvert sans qu'il ait rien perdu de son poids. Aucun corps combustible ne l'al-

tère ; en le distillant avec du charbon en poudre, on le rectifie ou on le raffine, et on l'obtient beaucoup plus blanc et mieux cristallisé qu'il n'était auparavant. Il n'est que très-peu dissoluble dans l'eau. Suivant MM. Wenzel et Lichtenstein il faut 400 parties d'eau froide pour en dissoudre une de cet acide, au lieu que la même quantité d'eau bouillante peut en dissoudre vingt parties, dont dix-neuf se séparent par le refroidissement. Bergman assure que l'eau bouillante peut en prendre un vingt-quatrième de son poids, et qu'à la température moyenne, à peine peut-elle en prendre 0.01. Sa dissolution bien chaude se trouble en refroidissant, et le précipité qu'elle forme alors est si abondant qu'elle ne peut être filtrée à travers le papier dont elle bouche tous les pores.

12. Les acides puissans agissent sur l'acide benzoïque tout autrement que sur la plupart des autres acides végétaux. L'acide sulfurique concentré le dissout facilement et sans mouvement suivant Bergman, qui remarque cependant qu'une partie de l'acide sulfurique passe en état d'acide sulfureux. On peut séparer ensuite l'acide benzoïque de cette dissolution, sans qu'il soit altéré, par le moyen de l'eau qu'on y ajoute.

L'acide nitrique le dissout de même, et l'eau peut aussi l'en séparer sans qu'il ait subi de décomposition. Le citoyen Guyton a trouvé qu'en distillant de l'acide nitrique sur l'acide benzoïque concret, il ne se dégageait de gaz nitreux qu'à la fin de la distillation, et que l'acide se sublimait alors sans altération. M. Hermstadt assure cependant qu'en employant de l'acide nitrique concentré, l'acide benzoïque devenait fluïde, plus fixe qu'il ne l'était naturellement, et qu'il prenait les caractères de l'acide tartareux oxalique : mais ce résultat demande encore à être confirmé par de nouvelles expériences. On ignore l'action de l'acide muriatique et de l'acide muriatique oxigéné sur cet acide, ainsi que celle de tous les autres acides.

13. L'acide benzoïque s'unit assez facilement aux bases

terreuses et alcalines. On n'a encore décrit que très-brièvement les propriétés des benzoates, non plus que les attractions particulières qui existent entre leurs principes. M. Lichtenstein assure qu'il préfère les alcalis fixes, et même l'ammoniaque aux terres alumineuse, magnésienne et calcaire. Suivant la remarque du citoyen Guyton, il ne paraît pas qu'il ait employé les alcalis purs et caustiques dans ses expériences. Bergman indique différemment les attractions de l'acide benzoïque. Suivant lui, la chaux en sépare les alcalis, et la baryte en sépare la chaux ; il dégage d'ailleurs l'acide des carbonates. M. Tromsdorf a communiqué, dans les Annales de Crell, une suite d'expériences sur les benzoates, où il a fait connaître quelques propriétés des benzoates terrreux ou alcalins. En y joignant quelques faits que j'ai recueillis sur plusieurs de ces sels, j'en ai offert l'esquisse la plus complète que l'on connaisse encore dans le Dictionnaire encyclopédique de chimie : j'en emprunterai ici les principaux résultats.

14. Le benzoate de barite est dissoluble, cristallise assez bien, reste inaltérable à l'air, se décompose par le feu et les acides puissans.

On n'a pas encore essayé le benzoate de strontiane.

Le benzoate calcaire est bien dissoluble dans l'eau, beaucoup plus dans la chaude que dans la froide ; il cristallise par le refroidissement : souvent il prend la forme de dendrites sur les parois des vases. Les acides sulfurique, nitrique et muriatique le décomposent ; la barite lui enlève son acide avec lequel elle se précipite. On le trouve assez abondamment dans l'urine des mammifères herbivores.

Le benzoate de manganèse est dissoluble, cristallisable et un peu déliquescent, plus décomposable que les précédens.

Le benzoate d'alumine bien dissoluble, cristallisable en dendrites, déliquescent, d'une saveur amère et acerbe, se décompose par l'action du feu, et des acides même végétaux pour la plupart.

On ne connaît pas le benzoate de zircone.

Le benzoate de potasse cristallise par le refroidissement en petites aiguilles serrées; les gouttes de sa dissolution, étendues sur les parois des vases, y forment, en refroidissant et en s'évaporant, des dendrites ou des herborisations qui annoncent sa cristallisabilité. Tous les acides le décomposent; la dissolution de barite et de chaux y forme un précipité.

Le benzoate de soude est aussi bien cristallisable et bien dissoluble; il n'est pas déliquescent comme celui de potasse, suivant Bergman. Au reste, il est décomposable par les mêmes procédés; il est quelquefois natif dans l'urine des quadrupèdes herbivores.

Le benzoate d'ammoniaque m'a paru également très-dissoluble et très-critallisable. Comme toutes celles des benzoates, sa dissolution dépose, lorsqu'elle mouille les parois des vases et lorsqu'elle s'y dessèche, des dendrites et des herborisations. Il est volatil et décomposable par tous les acides et toutes les bases.

15. Dans ses expériences, M. Tromsdorf a reconnu que l'acide benzoïque n'agissait point sur les métaux, mais qu'il s'unissait à leurs oxides.

Le benzoate d'arsenic prend, suivant lui, la forme de plumes menues, est dissoluble dans l'eau chaude, cristallise par le refroidissement. On ne connaît point de benzoates de tungstène, de molybdène, de chrome, de titane, d'urane, de nickel, de tellure.

Le benzoate de bismuth est formé, comme tous les autres benzoates métalliques que M. Tromsdorf a commencé à examiner, en dissolvant son oxide dans l'acide liquide. Il donne des cristaux blancs en aiguilles fines par l'évaporation; le feu en dégage l'acide, ainsi que le font les acides puissans de sa dissolution.

Le benzoate de cobalt cristallise en lames; il est dissoluble

et décomposable par la potasse, ainsi que tous les benzoates métalliques.

L'oxide blanc de manganèse se dissout bien dans l'acide benzoïque liquide. Cette dissolution donne de petits cristaux écailleux, inaltérables à l'air, aisément dissolubles dans l'eau et non dans l'alcool : les alcalis et les carbonates alcalins le décomposent.

L'acide benzoïque dissout bien l'oxide d'antimoine ; le sel qu'il forme est inaltérable à l'air, décomposable par le feu et par les acides. L'acide benzoïque ne précipite pas les dissolutions de cet oxide dans les acides puissans.

L'oxide de mercure obtenu par les alcalis s'unit à l'acide benzoïque, qui ne précipite pas, quand il est pur, le nitrate de mercure. Ce benzoate est en poudre blanche, inaltérable à l'air, indissoluble dans l'eau, un peu dissoluble dans l'alcool, décomposable par les alcalis et les acides, sublimable à une douce chaleur, décomposable par un grand feu et par le soufre.

L'étain ni son oxide ne se dissolvent dans l'acide benzoïque et ne forment pas de combinaison avec lui, suivant M. Trommsdorf ; mais en versant une dissolution de benzoate de potasse dans la dissolution nitro-muriatique d'étain, on obtient tout-à-coup un benzoate d'étain précipité, dissoluble dans l'eau chaude, décomposable par le feu, inattaquable par l'alcool. On peut faire tous les benzoates métalliques par le même procédé, et c'est même la meilleure manière de les préparer.

Le benzoate de plomb donne, suivant le même chimiste, des cristaux d'un blanc éclatant, dissolubles dans l'eau et dans l'alcool, que les acides sulfurique et muriatique décomposent, qui sont inaltérables à l'air, et dont le feu dégage l'acide benzoïque.

L'oxide de fer s'unit facilement à l'acide benzoïque et s'y dissout ; il forme des cristaux jaunâtres, d'un saveur douce,

desséchables et même disparaissant dans l'air, dissolubles dans l'alcool, précipitables en noir par l'acide gallique et en bleu par les prussiates, perdant leur acide par le feu, décomposables par les alcalis purs qui enlèvent l'acide et par les acides qui le séparent de sa base.

L'oxide de cuivre, précipité de son nitrate par le carbonate de soude, se combine bien avec l'acide benzoïque; il forme avec cet acide de petits cristaux d'un vert foncé, difficilement dissolubles dans l'eau, et point du tout dans l'alcool, dont l'acide se sublime par le feu, et se sépare par les autres acides, et que les alcalis décomposent.

L'acide benzoïque décompose le nitrate d'argent; il s'unit bien avec l'oxide précipité du nitrate de ce métal par le carbonate de soude. Le benzoate d'argent ainsi formé est dissoluble dans l'eau et très-peu dans l'alcool. Il noircit par le contact de la lumière; l'acide s'en volatilise par le feu, et l'oxide repasse facilement alors à l'état métallique.

L'oxide d'or s'unit aussi, suivant M. Tromsdorf, à l'acide benzoïque; la dissolution de ce benzoate d'or donne des cristaux irréguliers, dissolubles dans l'eau, indissolubles dans l'alcool, inaltérables à l'air, décomposables par le feu et facilement réductibles en or brillant et pur pendant la volatilisation de leur acide.

L'oxide de platine, uni à l'acide benzoïque, donne de petits cristaux jaunâtres, inaltérables par le contact de l'air, difficilement dissolubles dans l'eau, et absolument indissolubles dans l'alcool, laissant un résidu jaunâtre après l'action du feu.

16. De tous les faits réunis sur les propriétés chimiques de l'acide benzoïque, il résulte que cet acide diffère des autres acides végétaux par la nature et la proportion des principes de son radical. Son odeur, sa volatilité, sa combustibilité, sa forte dissolubilité dans l'alcool, son peu de dissolubilité dans l'eau, l'avaient fait regarder autrefois comme un acide huileux, et font penser aux chimistes modernes qu'il contient dans sa

composition une grande quantité d'hidrogène, que c'est par la surabondance de ce principe combustible et par la nature très-hidrogénée de son radical qu'il diffère de tous les autres composés végétaux acidifiés. S'il est si peu altérable par les acides et par les corps oxigénés en général, c'est parce qu'il est trop volatil pour qu'on puisse rendre l'action de ces corps, qu'il faut aider par la chaleur, assez durable ou assez forte pour en opérer la décomposition. Il y échappe par sa volatilité plutôt que par sa propre nature.

D. *Usages.*

17. Si l'on en excepte son administration médicale, devenue encore aujourd'hui infiniment moins fréquente qu'autrefois, l'acide benzoïque n'est d'aucun usage dans les arts. On le prépare en pharmacie, et on le fait entrer dans quelques prescriptions médicinales, sous la forme solide d'électuaires, de bols, de pillules, avec des extraits, des sirops, etc. : rarement on le donne sous forme liquide, à cause de sa saveur âcre et brûlante.

18. On l'extrait et on le purifie en chimie, pour en reconnaître les propriétés, pour le soumettre à des expériences plus ou moins suivies, pour en examiner les combinaisons. C'est cependant un des acides qu'on prépare le moins souvent, qu'on a le moins abondamment dans les laboratoires de chimie, et qu'on fait servir plus rarement aux expériences.

ESPÈCE III.

Acide succinique.

L'acide succinique, nommé ainsi parce qu'on l'extrait du succin, bitume qui a manifestement une origine végétale, appartient véritablement aux acides végétaux : c'est une combinaison d'hidrogène de carbone et d'oxigène, décomposable en

eau et en acide carbonique par le feu et par les corps comburans. Je ne fais que l'indiquer ici, parce que je l'examinerai avec plus de détails dans l'ordre des faits relatifs aux altérations que les végétaux sont susceptibles d'éprouver dans la terre. Je le place dans la méthode que j'adopte pour les acides, à la suite du gallique et du benzoïque, parce que, comme ceux-ci, il est susceptible de se sublimer et de se cristalliser dans la sublimation.

ESPÈCE IV.

Acide malique.

A. *Histoire, siége, extraction.*

1. L'acide malique porte ce nom, parce qu'il a été spécialement trouvé par Schéele dans le suc des pommes. Il existe aussi dans un grand nombre de fruits; il existe en petite quantité, mêlé avec beaucoup d'acide citrique, dans les fruits du *vaccinium oxycoccos*, du *vitis idœa*, du *prunus padus*, du *solanum dulcamara*, du *cynosbatos*. On le trouve abondamment, et avec très-peu d'acide citrique, dans l'épine-vinette, le sureau, le prunier; on extrait, à très-peu près, parties égales de l'un et de l'autre acide dans la groseille, le cassis, le myrtille, le *cratægus aria*, les cerises, les fraises, les framboises. C'est ce qui résulte du beau travail du chimiste suédois sur les sucs de tous ces fruits.

2. Malgré cette multiplicité de matières végétales qui contiennent de l'acide malique, c'est dans les pommes qu'il est le plus abondant et le plus pur, et c'est de ce fruit qu'on le retire le plus facilement. Voici comment, d'après la découverte de Schéele, on procède à cette extraction et à cette purification. On broie des pommes aigres dans un mortier, on en exprime le jus à la presse, on le filtre à travers un linge, on le sature de potasse, on verse dans ce sel dissous une dissolution d'acétite de plomb ou *sucre de Saturne*. L'acide acéteux s'unit à la potasse; il reste en dissolution dans la liqueur,

tandis que l'acide des pommes, combiné avec l'oxide de plomb se précipite en malate de plomb insoluble. On lave bien ce précipité; on le traite avec l'acide sulfurique étendu d'eau; il se forme du sulfate de plomb qui se précipite, et la liqueur qui le surnage contient l'acide malique séparé. On a soin de mettre assez d'acide sulfurique pour décomposer tout le malate de plomb : ce qu'on reconnaît à la saveur acide, pure et sans mélange de saveur sucrée de la liqueur surnageante. S'il y a un peu d'excès d'acide sulfurique, on le fait disparaître en ajoutant une petite quantité de malate de plomb que cet acide décompose et convertit en sulfate de plomb.

3. Quand l'acide malique se trouve mêlé d'acide citrique, comme cela a lieu dans beaucoup de sucs de fruits, et sur-tout dans celui de la groseille, voici comment Schéele est parvenu à obtenir chacun de ces acides à part. Il a commencé par épaissir ce suc en miel; il a versé dessus de l'alcool qui a dissous les deux acides, et qui a laissé une grande quantité de mucilage gommeux; il a évaporé ensuite cet alcool; il a étendu la liqueur qui a resté de cette évaporation avec deux parties d'eau; il l'a saturée de craie ou carbonate de chaux; il a séparé par l'évaporation le citrate calcaire qui est beaucoup moins soluble, et le malate calcaire qui y restait ensuite par de nouvel alcool qui n'a point dissous le sel, mais une matière savonneuse et une matière sucrée qui étaient combinées avec le malate de chaux; il a décomposé le malate de chaux par l'acétite de plomb; traité ensuite par l'acide sulfurique le malate de plomb formé, et il a obtenu ainsi l'acide malique pur et isolé.

B. *Propriétés physiques.*

4. L'acide malique ainsi préparé est un liquide rouge brunâtre, d'une saveur aigre assez piquante et vive, sans âcreté, mais souvent mêlée d'un arrière-goût sucré, quelque bien purifié qu'il soit. Il rougit bien les couleurs bleues végétales.

5. Il ne prend jamais la forme cristalline et solide ; il devient épais et visqueux comme un mucilage ou un sirop ; quand on l'expose à l'air sec, il se dessèche en petites couches, comme un vernis brillant, et pourrait servir d'enduit sur des surfaces polies.

C. *Propriétés chimiques.*

6. Cet acide se décompose très-facilement au feu ; il tend à perdre promptement du carbone ; il devient d'une couleur très-foncée, se boursoufle considérablement, exhale une fumée épaisse et piquante à l'air libre, et laisse un charbon très-volumineux, semblable à ceux du mucilage et du sucre. Quand on le distille dans une cornue, il donne de l'eau acide, beaucoup de gaz acide carbonique, peu de gaz hidrogène carboné, et un charbon boursoufflé léger. Son acide empyreumatique paraît être de l'acide pyromuqueux.

7. Il se décompose lentement et spontanément dans les vases où on le contient, fermente sensiblement, devient d'abord légèrement vineux, dépose des flocons muqueux, filamenteux, qui finissent par se charbonner. Il est bien évident que cette décomposition est produite par la réaction intime des principes composans de cet acide. On en saisira encore mieux le mécanisme dans l'histoire de quelques acides suivans.

8. Tous les acides puissans l'altèrent et le dénaturent ; l'acide sulfurique concentré le charbonne ; l'acide nitrique le convertit en acide oxalique. Schéele avait déja reconnu que le corps muqueux fade, traité par l'acide nitrique, passait à l'état d'acide malique, ou se convertissait en cet acide en même temps qu'en acide oxalique. Ainsi l'acide malique est fabriqué artificiellement, et l'on y doit reconnaître une double origine, celle de la nature et celle de l'art, comme à plusieurs autres acides végétaux dont il sera bientôt question.

9. L'acide malique forme avec la barite un sel cristallisable et dissoluble ; avec la chaux, il donne de petits cristaux irré-

guliers, peu solubles dans l'eau bouillante, mais bien dissolubles dans un excès d'acide malique, ainsi que dans le vinaigre, comme le malate de barite lui-même. Le malate de chaux ainsi dissous par son acide forme, en s'épaississant à l'air, un corps solide, brillant, analogue à une couche de vernis. Le malate de magnésie est déliquescent; celui d'alumine est peu dissoluble. On ne connaît point les malates de zircone et de strontiane. Les malates de potasse, de soude et d'ammoniaque paraissent susceptibles d'attirer l'humidité de l'air. On n'a point déterminé les attractions comparées que cet acide exerce sur ces diverses bases alcalines et terreuses; en sorte qu'on ignore encore les lois relatives de la décomposition de ces sels.

10. L'acide malique précipite les nitrates de mercure de plomb et d'argent, et il se distingue par là de l'acide citrique, qui n'opère pas de même cette précipitation. Il décompose aussi la dissolution d'or étendue d'eau, dont il réduit le métal. Il dissout le fer, et forme avec lui une liqueur brune incristallisable; il donne, avec le zinc qu'il dissout bien, un sel en cristaux réguliers et assez gros. On n'a point étudié encore ses combinaisons avec d'autres oxides métalliques.

11. Il se présente dans tous ces phénomènes de combinaison et de décomposition, quoique peu connus encore, comme un acide végétal, dans lequel la proportion du carbone est assez considérable.

D. *Usages.*

12. L'acide malique n'a encore été préparé que pour les usages chimiques et pour la suite d'expériences qui conduisent à la connaissance de ses propriétés. Il pourrait servir de boisson rafraîchissante ou d'assaisonnement, comme plusieurs autres acides végétaux.

Espèce V.

Acide citrique.

A. *Histoire, siége, extraction.*

1. Les chimistes avaient autrefois comparé le suc acide des citrons à l'acide du tartre : on avait cherché à concentrer cet acide, et à le purifier pour empêcher ce suc de s'altérer et de se gâter comme il a coutume de le faire, lorsqu'on le garde dans des bouteilles. Tout le monde sait en effet que ce suc, quoique très-aigre, et pesant 1060 suivant le citoyen Guyton, se trouble, se couvre de moisissure lorsqu'on le garde dans des vases; il y dépose des flocons muqueux, et finit par perdre son acidité, en prenant une saveur amère et ensuite un goût pourri et fade très-désagréable. Quelques personnes le défendaient en partie de cette altération en le couvrant d'huile dans les bouteilles où elles l'enfermaient : d'autres croyaient y parvenir en y mettant du sable; ceux-là y ajoutaient même un acide minéral; mais ces différens moyens ou contribuaient eux-mêmes à l'altérer, ou n'empêchaient pas son altération. L'huile, qui était encore préférable, laissait cependant le suc de citron contracter, au bout de quelques jours, une saveur âpre, huileuse et désagréable.

2. M. Georgius publia, dans les Mémoires de Stockholm pour 1774, un meilleur procédé de concentration. Il consistait à tenir quelque temps à la cave, dans des bouteilles renversées, le jus de citron, pour en séparer une partie du mucilage, et à l'exposer ensuite à un froid de quatre à cinq degrés au-dessous de zéro; la partie aqueuse se gelait, en entraînant avec elle une portion du mucilage : on la séparait, on continuait à exposer à la gelée la partie liquide jusqu'à ce que la portion concrétée eût une saveur acide. Le suc ainsi réduit à un huitième de son

volume primitif, est huit fois plus fort qu'auparavant, et il exige la même quantité de potasse pour se saturer que la quantité primitive de suc en exigeait. Dans cet état de concentration, il se conserve, et peut être employé à tous les usages domestiques et économiques.

3. Il est très-connu de tous ceux qui ont extrait et examiné le suc de citron, que ce liquide, exposé à l'air dans un vase ouvert, et par une température au-dessus de quinze degrés, laisse déposer une matière muqueuse, blanchâtre, demi-transparente, d'une consistance gélatineuse. Lorsqu'on décante le suc de dessus ce dépôt, et lorsqu'on le filtre, il est beaucoup moins altérable qu'il ne l'était avant cette opération. La substance uniforme ainsi séparée n'est pas un simple mucilage végétal : j'ai trouvé que desséchée elle n'était pas dissoluble dans l'eau bouillante, que, traitée par l'acide nitrique, elle donnait du gaz azote, en se changeant en acides malique et oxalique, et qu'ainsi elle avait une certaine analogie avec le glutineux. C'est ce qui explique un procédé suivi et décrit par le citoyen Dubuisson, limonadier à Paris, pour la purification, la concentration et la conservation du suc de limon. En l'évaporant à une chaleur douce, long-temps continuée, il a vu son mucilage s'épaissir, se séparer sous forme de croûte et de flocons glutineux : alors le liquide acide se concentre et peut être gardé long-temps dans des bouteilles bien bouchées ; il s'en sépare seulement encore quelques flocons blancs et solides qui viennent nager à la surface, et sans que l'acide change de nature, s'altère ou perde de sa force.

4. Mais ces divers moyens n'étaient en quelque sorte que préparatoires ; ils ne donnaient encore ni une méthode pour avoir l'acide citrique vraiment isolé et pur, ni l'occasion d'en examiner les propriétés. C'est Schéele qui a mis presque la dernière main à ce travail, en fournissant un procédé pour obtenir l'acide citrique bien pur : c'est à lui qu'on doit en même temps d'avoir fait connaître les véritables caractères distinctifs de cet

acide qu'on avait confondu jusqu'à lui avec le tartareux. Stahl avait bien apperçu, au commencement du siècle, que le suc de citron uni aux pierres d'écrevisses prenait la nature du vinaigre ; plusieurs chimistes avaient encore décrit, après lui, quelques propriétés des combinaisons de cet acide ; mais ce n'étaient que des apperçus vagues et inexacts avant les découvertes du chimiste suédois. Voici comment il est parvenu à obtenir le véritable acide citrique, après avoir tenté inutilement de purifier le suc de citron par l'alcool, qui n'en sépare point le mucilage assez complétement pour mettre cet acide bien à nu, et qui ne permet pas de le retirer en cristaux, comme on l'obtient lorsqu'il est bien pur.

5. On exprime les citrons, on en sature le suc filtré ou tiré à clair avec du carbonate de chaux. Il se forme, à la suite de l'effervescence qui dégage l'acide carbonique, un sel pulvérulent indissoluble, qui se précipite au fond de la liqueur ; l'eau qui surnage retient le mucilage, l'extrait et la partie colorante du suc ; on lave le citrate de chaux précipité, avec de l'eau tiède, jusqu'à ce que celle-ci ne prenne plus de couleur ; elle n'enlève qu'à peu près autant de sel qu'elle prendrait de sulfate de chaux : on verse le sel lavé avec un peu d'eau dans un matras ; on y ajoute la quantité d'acide sulfurique concentré nécessaire pour saturer la proportion de craie employée, après avoir étendu cet acide de dix parties d'eau ; on fait bouillir pendant quelques minutes, on laisse refroidir, on filtre ensuite la liqueur : le sulfate de chaux, formé par la décomposition du citrate calcaire, reste sur le filtre ; la liqueur filtrée contient l'acide citrique pur ; on la fait évaporer jusqu'à la consistance de sirop clair, et on la met à cristalliser dans un lieu frais : on obtient ainsi l'acide citrique en petites aiguilles. Suivant Schéele, il faut ajouter un petit excès d'acide sulfurique qui reste dans l'eau-mère de l'acide cristallisé. Cet excès vaut mieux que celui de chaux ou de citrate de chaux qui empêche la cristallisation de l'acide citrique.

6. J'ai proposé, il y a long-temps, d'exécuter ce procédé en grand dans nos possessions américaines, où les citrons sont si abondans, et où on en perd une très-grande quantité: il ne s'agirait que d'en saturer le suc exprimé avec de la craie, de bien laver le citrate calcaire précipité jusqu'à ce que l'eau chaude sorte insipide et incolore, de bien sécher le précipité, et de l'envoyer, pressé dans des barriques, en France, où on le décomposerait par l'acide sulfurique affaibli pour en obtenir l'acide citrique pur. Ce procédé que j'indique depuis plus de dix ans dans mes cours, sera très-économique et très-utile; il fera valoir d'immenses quantités de citrons perdus jusqu'ici, et fournira une matière qui manque si souvent, qui est toujours rare et chère dans les villes du nord, et qui est si avantageuse pour la chimie et les maladies. Depuis que je l'ai indiqué, je n'ai point eu la satisfaction de le voir mis en pratique; mais cette vue ne sera pas toujours perdue, et il faut croire que, répandue parmi les colons américains, elle leur offrira un moyen de plus d'utiliser une denrée qui est si abondante autour de leurs habitations, et qu'ils laissent perdre en si grande quantité.

7. Le citoyen Dizé, pharmacien habile de Paris, en répétant avec soin et très en grand le procédé de Schéele pour extraire l'acide citrique pur du suc de citron, dans le grand établissement de pharmacie qu'il dirige à l'École militaire, a eu occasion de faire quelques observations importantes sur cette préparation. Il s'est assuré, non seulement qu'un excès d'acide sulfurique était nécessaire pour obtenir cet acide pur, mais qu'il servait à détruire la portion de mucilage qui l'altère, en déterminant sa décomposition; il a observé que, pour avoir l'acide citrique parfaitement pur, il fallait le faire dissoudre et cristalliser plusieurs fois de suite. Il est parvenu à l'avoir sous la forme de cristaux très-volumineux, presque gigantesques, parfaitement prononcés, et dont il a pu déterminer exactement la figure. Il a décrit sa dissolubilité, comparé son énergie,

confirmé les faits annoncés par Schéele, relativement à son action sur les dissolutions de quelques sels terreux et métalliques, et rendu ainsi son histoire plus exacte.

8. Enfin le citoyen Vauquelin a entrepris, à ma sollicitation, une suite d'expériences sur les combinaisons salines de l'acide citrique, et il a beaucoup ajouté par ses recherches au peu de connaissances que l'on avait avant lui sur les propriétés de cet acide ; en sorte que c'est aujourd'hui un des mieux connus de tous ceux qu'offrent les végétaux.

Je crois devoir rappeler ici que l'acide citrique se trouve rarement seul, mais mêlé avec différentes proportions d'acide malique dans les sucs d'épine-vinette, de cérises, de fraises, de framboises, de sorbier, de sureau et d'une foule d'autres fruits ; qu'on le sépare facilement de cet acide malique en raison du peu de dissolubilité du citrate de chaux qui se précipite, tandis que le malate de la même base reste en dissolution dans la liqueur.

B. *Propriétés physiques.*

9. L'acide citrique bien pur cristallise en prismes rhomboïdaux, dont les pans sont inclinés entre eux d'environ soixante ou cent vingt degrés, terminés de part et d'autre par des sommets à quatre faces, qui interceptent les angles solides ; on n'obtient les beaux cristaux qu'en laissant refroidir lentement de grandes quantités de dissolution de l'acide bien pur, évaporé en consistance de sirop clair. Les petites doses sur lesquelles Schéele a travaillé ne lui avaient pas permis de l'avoir régulier, et ce n'est que depuis le travail en grand du citoyen Dizé qu'on a connu cette belle forme que je viens de décrire.

10. L'acide citrique a une saveur acide si forte et si vive dans cet état de cristallisation, que quand on le goûte on éprouve presque la sensation d'un caustique ; cependant il ne l'est véritablement pas, et lorsqu'on l'étend d'un peu d'eau, sa saveur fraîche, quoique piquante, est agréable ; elle n'est point

mêlée, ou au moins elle ne l'est que très-faiblement, de l'odeur du citron. Il rougit fortement les couleurs bleues végétales ; il se fond très-vite au feu dans son eau de cristallisation.

C. *Propriétés chimiques.*

11. Quand on chauffe l'acide citrique solide sur des charbons allumés, il fond et coule promptement ; il se boursoufle, exhale une vapeur âcre et piquotante qui ne s'approche point du caramel, comme celle de l'acide malique ; traité de même, il se réduit enfin en charbon qui n'est pas à beaucoup près ni si abondant ni si boursouflé. Distillé dans une cornue, il se dégage en partie sans décomposition ; il paraît donner une portion de vinaigre ; il donne ensuite du gaz acide carbonique, un peu de gaz hidrogène carboné, et il reste un charbon léger dans la cornue. En général, c'est un des acides végétaux qui résistent le plus à la décomposition par le feu.

12. Exposé à l'air, il semble s'effleurir dans une atmosphère sèche et chaude ; mais il absorbe l'humidité, quand l'air en est chargé, et il finit par perdre sa forme cristalline. Il est très-dissoluble dans l'eau ; le citoyen Vauquelin a estimé que cent parties de cet acide se dissolvent dans soixante-quinze d'eau à quinze degrés : cette dissolution donne quelques degrés du froid. Quoiqu'elle soit beaucoup moins altérable que la plupart des autres dissolutions acides végétales, elle finit cependant par se décomposer quand on la garde long-temps dans des vaisseaux fermés ; elle précipite des flocons muqueux : il est vraisemblable qu'elle se convertit en acide acéteux avant de se détruire.

13. L'acide citrique n'est altéré par aucun corps combustible ; le charbon seul parmi ces corps paraît susceptible de le blanchir. Les acides les plus puissans le décomposent beaucoup plus difficilement que les autres acides végétaux. Cependant l'acide sulfurique concentré le convertit manifestement

en acide acéteux. L'acide nitrique, suivant Schéele, ne le change point en acide oxalique; mais nous avons trouvé dans nos recherches, le citoyen Vauquelin et moi, qu'à la longue, en en employant une grande quantité, et en faisant chauffer longtemps, l'acide citrique est décomposé par l'acide nitrique, et converti peu en acide oxalique, mais beaucoup en acide acéteux.

14. Les combinaisons de l'acide citrique avec les bases terreuses et alcalines ont été examinées avec assez de soin par le citoyen Vauquelin.

A. Douze parties d'acide citrique dissous dans l'eau ont donné vingt-quatre parties de citrate de barite. Les premières portions de dissolution de barite, versées dans celle d'acide citrique, forment un précipité floconeux dissoluble par l'agitation; le précipité n'a été permanent qu'à l'époque où tout l'acide a été saturé: ce sel, d'abord déposé en poussière, se rassemble ensuite en houpes soyeuses et en espèces de buissons argentés très-brillans et très-beaux. Une grande quantité d'eau le dissout. Ce citrate contient parties égales d'acide et de base.

B. Vingt-quatre parties d'acide citrique ont demandé dix-huit parties de carbonate de chaux cristallisé pour être saturées. Cent parties de ce sel contiennent 37.34 de chaux et 62.66 d'acide citrique. Quand l'acide citrique a été saturé par la chaux, il s'est formé de petits cristaux qui se sont précipités sur le carbonate de chaux, et le recouvraient de manière qu'ils s'opposaient à sa dissolution, et qu'il fallait remuer de temps en temps pour achever la dissolution. C'est ce sel qu'on prépare pour purifier et obtenir l'acide citrique: on sait qu'il est très-peu dissoluble et décomposable par l'acide sulfurique.

C. Trente-six parties d'acide dissous dans la proportion indiquée n°. 12, proportion qui a servi constamment aux expériences du citoyen Vauquelin, exigent pour leur saturation soixante-une parties de carbonate de potasse cristallisé. D'où il suit que 100 parties de citrate de potasse contiennent

55.55 d'acide, et 45.45 de potasse. Ce sel est très-dissoluble et ne cristallise que difficilement ; il est aussi déliquescent, et décomposable par la barite et la chaux.

D. Trente-six parties de dissolution acide ont absorbé quarante-deux parties de carbonate de soude sec ; d'où il suit que le citrate de soude contient 60.7 d'acide citrique et 39.3 de soude. Ce sel est très-dissoluble ; une partie n'exige qu'une partie et deux tiers d'eau pour se dissoudre. Sa saveur est salée et fade ; il cristallise en prisme à six pans sans pyramide ; il s'effleurit légèrement à l'air sans se réduire en poussière. Il bouillonne, se boursoufle et se charbonne par le feu. La barite, en le décomposant, y forme un précipité. L'eau de chaux, quoiqu'elle le décompose, ne trouble point sa dissolution, malgré la faible dissolubilité du citrate calcaire.

E. Trente-six parties d'acide dissous ont saturé quarante-huit parties de carbonate d'ammoniaque cristallisé. Cent parties de ce citrate ammoniacal contiennent 62 parties d'acide et 38 d'ammoniaque ; il est très-dissoluble dans l'eau ; il ne cristallise que lorsque sa dissolution est épaissie : la forme de ces cristaux est un prisme alongé.

F. Trente-six parties d'acide ont demandé quarante parties de carbonate de magnésie pour être saturées. Cent parties de citrate magnésien contiennent 33.34 de magnésie et 66.66 d'acide. La dissolution épaisse de ce sel ne cristallisait pas, après quelques jours, lorsque, par une légère agitation, elle s'est prise en une seule masse blanche et opaque qui est restée molle en se séparant des bords du vase, en se serrant sur elle-même, et en s'élevant dans son milieu comme une espèce de champignon de près de douze centimètres de hauteur.

G. On n'a point encore examiné le citrate de strontiane, de glucine, d'alumine et de zircone.

15. On n'a que peu étudié encore l'action de l'acide citrique sur les métaux ; on a vu que Schéele a reconnu que cet acide ne précipitait point les dissolutions nitriques de

métaux blancs, comme le fait l'acide malique. Le citoyen Vauquelin a étudié quelques-unes des combinaisons de l'acide citrique avec ces corps combustibles. Voici le précis de ses recherches à cet égard.

A. Cinquante parties de zinc ont été mises avec une dissolution d'acide citrique, il y a eu effervescence occasionnée par le dégagement de gaz hidrogène. Au bout de vingt-quatre heures l'action était finie, et la liqueur avait déposé sur les parois du vase et à la surface des lames de zinc, de petits cristaux brillans insolubles dans l'eau. La saveur de ce citrate de zinc est métallique et styptique comme celle du sulfate de ce métal. Cent parties contiennent près de parties égales d'acide et d'oxide de zinc.

B. Le fer a été attaqué de même que le zinc par l'acide citrique liquide; l'effervescence a duré quatre jours; la dissolution avait une couleur brune; elle a déposé par l'évaporation spontanée de petits cristaux de citrate de fer. En l'évaporant elle est devenue noire comme de l'encre, ductile comme une résine chaude, pulvérulente et très-noire étant froide. Ce sel est très-astringent et très-dissoluble dans l'eau. Il contient 30.38 d'oxide de fer, et 69.62 d'acide citrique.

C. L'acide citrique n'attaque point l'argent, mais il s'unit bien à son oxide; il forme avec lui un sel indissoluble dans l'eau, d'une saveur âpre et métallique très-forte, qui prend une couleur noire au soleil, qui se décompose et donne de l'acide acéteux concentré par la distillation, et qui laisse après cette opération l'argent métallique en végétation très-agréable au fond de la cornue, mêlé avec un peu de charbon. Ce sel est décomposable par l'acide nitrique; il contient sur cent parties 36 d'acide citrique et 64 d'oxide d'argent.

D. Le mercure ne s'unit point immédiatement à l'acide citrique; mais il se combine très-bien à son oxide. De l'oxide rouge de mercure, mis en contact avec une dissolution con-

centrée de cet acide, produit une vive effervescence, devient blanc et se prend en une masse très-solide. En ajoutant de l'eau à ce composé solide, il devient blanc comme du lait; en faisant chauffer la liqueur, on sent vers la fin une odeur sensiblement acéteuse. Ce sel n'est pas sensiblement dissoluble, quoiqu'il ait une saveur mercurielle. L'acide nitrique le décompose. Distillé à feu nu, il donne de l'acide acéteux et de l'acide carbonique, sans gaz hidrogène : le mercure est réduit, et il reste un charbon léger dans la cornue.

16. En comparant toutes les propriétés de ces sels divers, le citoyen Vauquelin a tiré de leurs propriétés quelques résultats importans pour l'histoire de cet acide et pour les caractères du genre des citrates. Tous les citrates alcalins sont précipités par la dissolution de barite. Le précipité qu'ils forment avec les sels calcaires est dissoluble dans moins de cinq cents parties d'eau. Tous ces citrates sont décomposés par les acides puissans, qui n'y forment pas de précipité comme dans les oxalates et les tartrites. Les acides oxalique et tartareux les décomposent et forment dans leurs dissolutions des précipités cristallisés ou indissolubles. Tous donnent ou des traces d'acide acéteux ou un produit de cette nature par la distillation ; ce caractère existe sur-tout dans les citrates métalliques. Les citrates, mis sur les charbons ardens, se fondent, se boursouflent, exhalent une odeur d'acide acéteux empyreumatique ou brûlé, et laissent un charbon léger. Tous, dissous dans l'eau et abandonnés à eux-mêmes pendant un temps plus ou moins long, se décomposent, déposent des flocons muqueux qui noircissent, et laissent isolées leurs bases combinées avec de l'acide carbonique, l'un des produits de cette décomposition : avant d'être complétement décomposés, ils paraissent passer à l'état d'acétites.

17. Les attractions de l'acide citrique pour les bases ont été reconnues par le même chimiste dans l'ordre suivant : la barite, la chaux, la potasse, la soude, la strontiane, la

magnésie, l'ammoniaque et l'alumine; on ne connaît pas ses attractions pour la zircone et la glucine. On n'a pas non plus déterminé ses attractions pour les oxides métalliques, ou dans quel rang chacun de ces corps brûlés adhère à cet acide.

D. *Usages.*

18. L'acide citrique est d'un très-grand usage dans l'état de suc de citron. C'est un assaisonnement qui est préféré au vinaigre, à cause du léger aromate qui l'accompagne. Purifié, il peut remplacer le suc du fruit dans tous les usages économiques; seulement il en faut une très-petite quantité. Comme il se conserve sans altération sous sa forme cristalline, il sera très-avantageux de préparer du citrate de chaux dans nos colonies, et de l'importer en Europe, où l'on retirera son acide par le moyen de l'acide sulfurique faible. Deux grammes de cet acide concret, dissous dans un kilogramme d'eau avec une suffisante quantité de sucre et d'*oleo-saccharum* fait avec l'écorce de citron, donnent une limonade très-agréable.

§. III.

Second genre des acides végétaux ou des acidules.

1. On nomme acidules végétaux, dans la nomenclature méthodique, les combinaisons naturelles des acides avec une portion de potasse qui change singulièrement leurs propriétés.

Il n'y a que deux de ces acides qui ont été trouvés jusqu'ici dans cet état de demi-saturation. Les autres acides végétaux n'affectent point cet état d'acidules, parce qu'ils n'ont pas la propriété de pouvoir s'unir ainsi en partie à la potasse, et de rester dans une demi-saturation avec cette espèce d'alcali : la cause de l'existence de cette propriété dans deux seulement, et de son absence dans tous les autres est

encore entièrement inconnue; elle tient sans doute à la nature intime de ces corps et à leur ordre de composition primitive.

2. En même temps qu'on n'a encore trouvé que deux acides qui ont le caractère d'acidulité; il faut observer que ces mêmes acides ne se trouvent point ou ne se trouvent que très-rarement à l'état pur ou sans leur demi-saturation avec la potasse; ce qui est dû, d'une part, à la grande tendance qu'ont ces acides pour s'unir à la potasse, ou à ce qu'ils ont une très-forte attraction pour elle; et, de l'autre part, à ce que cette espèce d'alcali est très-fréquemment existante dans les végétaux. Cependant, il ne faut point se hâter de conclure de ce qu'on ne les a point encore rencontrés purs dans les matières végétales, qu'ils ne peuvent pas s'y rencontrer. Déja le citoyen Deyeux assure avoir observé l'acide oxalique non acidule sortant par les pores des poils du pois chiche, *cicer arietinum*; et cette découverte suffit pour annoncer que de nouvelles recherches pourront multiplier quelque jour nos connaissances à cet égard; mais il n'en est pas moins vrai que, dans l'état où est aujourd'hui la chimie, cette circonstance paraît très-rare en comparaison de celles où existent les acidules.

3. J'ai dit qu'on ne connaît encore que deux espèces d'acidules: on nomme l'un acidule oxalique, l'autre acidule tartareux; mais comme chacun de ces acidules exige l'examen de son acide pur en particulier, je traiterai dans chaque espèce de deux variétés, de l'acidule natif et de l'acide qu'on en extrait.

Espèce I.

Variété Iere. *Acidule oxalique natif.*

A. *Histoire, siége, extraction.*

1. On nomme acidule oxalique l'union naturelle et à demi-saturée de l'acide oxalique avec la potasse : c'est ce qu'on appelait, avant la nomenclature méthodique, du *sel d'oseille*. On sait depuis long-temps que plusieurs espèces de ce genre de plante, et spécialement celle que l'on nomme petite oseille *rumex acetosella*, ainsi que la plante nommée alleluia *oxalis acetosella*, donnent par l'évaporation un sel acide concret. Duclos en a fait mention, un des premiers, dans les Mémoires de l'Académie pour 1688 ; Juncker en a également parlé ; Boerhaave a décrit avec soin, dans ses Élémens de Chimie, le procédé propre à obtenir ce sel, qu'il a comparé au tartre. Margraff a découvert le premier la présence de la potasse dans ce sel acide comme dans le tartre. Depuis cet illustre auteur, les travaux des chimistes sur ce sel se sont multipliés au point de rendre son histoire beaucoup plus exacte encore qu'elle ne l'était à l'époque des recherches du chimiste de Berlin. On doit compter spécialement dans cette classe MM. Savary, Wenzel, Wiegleb, Bergman et Schéele.

2. On obtient l'acidule oxalique ou le sel d'oseille en exprimant le suc des plantes qui le contiennent, l'oseille et l'alleluia *oxalis* en pleine végétation ; en l'évaporant, en laissant refroidir lentement ce suc épaissi en consistance de sirop clair. Par cette première opération il se dépose en petits cristaux ou en plaques cristallisées jaunâtres et sales. On le redissout plusieurs fois de suite, et on fait cristalliser à chaque fois cette dissolution jusqu'à ce que l'acidule soit blanc et pur. Suivant le nombre des opérations qu'on lui

a fait subir, il y en a de différentes qualités dans le commerce. Quelques chimistes assurent qu'on se sert d'argile pour purifier cet acidule, mais ce fait n'est ni confirmé, ni vraisemblable. Cent parties d'oxalis en belle végétation donnent, suivant M. Savary, cinquante parties de suc exprimé, qui fournissent un peu plus d'un deux-centième seulement de l'acidule assez pur. On distingue dans le commerce le sel d'oseille de Suisse, qui est le plus blanc et le plus pur; et celui des forêts de Thuringe qui est sale et jaunâtre. Celui de Suisse est tiré du *rumex acetosella* ou de la petite oseille; celui de Thuringe est extrait de l'*oxalis oxitriphillum* ou *alleluia*.

3. Baunach a décrit le procédé qu'on pratique en Suisse, et spécialement dans la forêt Noire, pour extraire le sel d'oseille du suc du *rumex acetosa* de Linné. On cultive abondamment cette plante dans ce pays; on la coupe en juin; on la porte dans un mortier de pierre contenant environ trois cent kilogrammes de suc; on la broie avec un pilon de bois mu par l'eau. On porte le suc et le marc dans de grandes cuves où on le laisse reposer en y ajoutant de l'eau pendant quelques jours; on exprime le tout dans un pressoir semblable à celui du raisin; on repile une seconde fois le marc dans le mortier, après y avoir mêlé de nouvelle eau, et on l'exprime une seconde fois. On chauffe légèrement et on verse dans quelques cuves tous ces sucs recueillis; on y ajoute de l'eau où l'on a délayé de l'argile fine, dont on met à peu près un centième du suc; on l'agite et on le laisse reposer; on décante la liqueur, on filtre celle que tient le marc dans des étoffes de laine. On porte le suc ainsi clarifié dans de grandes chaudières de cuivre étamées; on le fait bouillir légèrement et évaporer jusqu'à ce qu'il soit couvert d'une pellicule à sa surface; on le verse alors dans des terrines de grès qu'on place dans des endroits frais où on le laisse tranquille pendant un mois; on décante alors la liqueur, et on trouve sur les parois des vases un sel irré-

gulier, grisâtre; on évapore une seconde et une troisième fois la liqueur, en y ajoutant un peu d'argile. La dernière eau-mère contient du muriate de potasse et du sulfate de potasse; elle est encore aigre et paraît contenir un autre acide. On purifie le sel en le faisant dissoudre dans suffisante quantité d'eau, et en le faisant cristalliser. D'après les essais de l'auteur, le suc d'oseille fournit un peu moins d'un centième de son poids d'acidule purifié.

4. On peut faire l'acidule oxalique de toutes pièces, comme Schéele l'a fait le premier, en combinant avec l'acide oxalique artificiel déja indiqué, et qui sera bientôt décrit, environ le quart de son poids de potasse: c'est une expérience qui réussit tous les jours dans les laboratoires de chimie; en jettant un peu de potasse liquide dans une dissolution concentrée d'acide oxalique, il s'en précipite bientôt de petits cristaux d'acidule.

B. *Propriétés physiques.*

5. L'acidule oxalique pur du commerce est en petits cristaux blancs aiguillés ou lamelleux. Capeller et Ledermuller l'ont représenté au microscope, et cependant sa forme n'est pas très-exactement déterminée encore. Romé les a définis des parallélipipèdes fort alongés. Quand on les brise on y reconnaît des groupes de feuillets ou des lames appliquées les unes sur les autres: il est toujours d'un blanc opaque et peu brillant, excepté dans les fragmens minces qu'on en sépare par la fracture.

6. Sa saveur est aigre, piquante et un peu acerbe; il agace fortement les dents; il n'est pas mêlé d'une saveur étrangère; il n'a ni amertume, ni âcreté; il n'est pas désagréable et plaît au contraire quand on a chaud; il rougit fortement les couleurs bleues végétales; il est fragile et très-cassant; on le réduit très-facilement en une poudre bien sèche; il pétille et décrépite au feu, et ne s'y fond pas sans

éprouver une altération plus ou moins forte dans ses principes.

C. *Propriétés chimiques.*

7. Si on expose de l'acidule oxalique sur un charbon allumé, il se boursoufle peu ; il exhale, presque sans se colorer, une vapeur très-piquante et très-aigre ; il ne laisse presque point de charbon, et il paraît se sublimer. Au chalumeau il disparaît promptement et ne laisse qu'un peu de cendre alcaline après avoir été traité ainsi. Quatre cent quatre-vingts parties de cet acidule ont été distillées dans une cornue de verre, à un feu bien réglé, par M. Wiegleb ; elles ont donné cent cinquante parties d'une eau fort acide, sans odeur et sans couleur. Il est resté cent soixante parties d'un résidu gris d'où on a retiré cent cinquante-six de potasse ; il s'est sublimé environ quatre parties d'un acide concret au col de la cornue ; il n'a pas passé une goutte d'huile. M. Wiegleb n'a fait aucune mention de fluide élastique ; mais il est aisé de conclure des cent soixante-six parties de perte qu'il a eues dans sa distillation, qu'il s'est dégagé du gaz acide carbonique et un peu d'eau, qu'il n'a point recueillis. L'acide obtenu dans cette distillation paraît être de l'acide oxalique pur ; d'où il suit que l'acidule n'éprouve pas une forte altération dans cette circonstance, et qu'il est seulement en partie séparé de la potasse.

8. L'acidule oxalique n'éprouve aucune altération de la part de l'air ; il y reste sec et cristallisé, sans changer ni de forme, ni de consistance, ni de couleur. Il est très-soluble dans l'eau : suivant M. Wiegleb, une partie se dissout dans six parties d'eau bouillante, mais il ajoute qu'il se précipite presque tout entier par le refroidissement, malgré l'addition de six nouvelles parties d'eau froide. M. Wenzel porte encore plus loin sa dissolubilité, puisque, suivant lui, l'eau bouillante en prend plus des deux tiers de son poids :

l'eau froide en prend cependant ou en retient environ le trentième. L'eau bouillante, qui le dissout bien plus abondamment, le laisse séparer en cristaux, quand elle se refroidit très-lentement. On le purifie et on l'obtient bien cristallisé par ce procédé.

9. La dissolution froide et saturée d'acidule oxalique a une saveur aigre, piquante et agaçante; elle rougit les couleurs bleues végétales. Gardée long-temps elle se cristallise régulièrement sans se décomposer et sans changer de nature : cette conservation ou cette non décomposition spontanée est un des caractères distinctifs de cet acidule, qui le distingue le plus de la seconde espèce ou de l'acidule tartareux, qui, comme plusieurs acides végétaux est susceptible de s'altérer, de perdre entièrement son acidification. Le citoyen Berthollet a bien décrit la décomposition de ce dernier, et la non décomposition de l'acidule oxalique, dans un mémoire dont je ferai connaître plus bas le principal résultat.

10. Les acides décomposent, quoique difficilement, l'acidule oxalique, qui n'est que de l'oxalate acidule de potasse; suivant M. Wiegleb, en chauffant cet acidule avec de l'acide sulfurique, on favorise le dégagement de son acide; l'acide nitrique le sépare aussi, d'après les expériences de Margraff, mais beaucoup plus difficilement qu'il ne fait l'acide tartareux de son propre acidule; c'est par ce procédé qu'il a prouvé la présence de la potasse dans l'un et l'autre de ces acidules. L'acide muriatique opère, quoique plus difficilement la même décomposition, et laisse dans la liqueur du muriate de potasse. Mais ces décompositions n'ont lieu qu'à l'aide de la chaleur; à froid, aucun de ces acides ne sépare l'acide de son acidule; cela est dû à son attraction pour la potasse.

11. Plusieurs bases terreuses et alcalines s'unissent à l'acidule oxalique sans le décomposer, et le font passer à l'état de trisule ou sel triple. Telles sont sur-tout la barite, la magnésie, la soude et l'ammoniaque. On n'a point encore

examiné avec assez de soin les oxalates triples pour en connaître les propriétés caractéristiques. La potasse forme avec lui de l'oxalate de potasse saturé, qui sera décrit plus bas. La chaux le décompose en s'emparant de tout son acide, soit de celui qui y est libre et comme à nu, soit de celui qui y est plus engagé dans la portion de potasse qu'il contient. La craie ou le carbonate de chaux opère la même décomposition : il est reconnu que cent parties décomposent cent trente-sept parties d'acidule oxalique ; qu'on obtient cent soixante-quinze parties d'oxalate de chaux précipité, et que la liqueur qui le surnage fournit trente-deux parties de carbonate de potasse. Cette décomposition prouve que la chaux a plus d'attraction pour l'acide oxalique et qu'elle en sépare de la potasse.

12. L'acidule oxalique décompose tous les sels calcaires, le sulfate, le nitrate, le muriate, le phosphate, parce que son acide a plus d'attraction pour la chaux que n'en ont tous ceux-là; aussi peut-il servir pour reconnaître par-tout la présence de ces espèces de sels, et même leur proportion ou leur quantité. Je reviendrai plus en détail sur ce fait important, en traitant de l'acide oxalique pur.

13. L'acidule oxalique attaque le fer, le plomb, l'étain, le zinc et l'antimoine, et ne touche point aux autres métaux ; il dissout presque tous les oxides métalliques avec lesquels il forme des sels triples, presque tous cristallisables et non déliquescens, en se combinant avec eux tout entier et sans perdre sa potasse. On n'a point encore convenablement examiné les propriétés de ces sels très-singuliers. Comme le même acidule en dissolution précipite les dissolutions nitriques de mercure et d'argent en oxalates métalliques indissolubles, Bayen, en examinant les liqueurs surnageant ces précipitations et en y trouvant du nitrate de potasse, a confirmé par cette opération facile et simple la présence de cet alcali dans le sel d'oseille.

14. Je n'ai indiqué ici que les propriétés chimiques qui appartiennent à l'oxalate acidule de potasse ou à l'acidule oxalique, tel qu'on l'a retiré de l'oseille et de quelques autres plantes, sous le nom de sel d'oseille ; j'en ai séparé soigneusement toutes celles qui dépendent uniquement de l'acide oxalique pur, parce que je vais faire l'histoire de ce dernier en particulier. D'après les analyses que j'ai citées, l'acidule oxalique contient plus d'un tiers de potasse ; le reste de son poids est formé d'acide oxalique et d'eau.

D. *Usages.*

15. Le sel d'oseille ou acidule oxalique est spécialement employé pour enlever les taches d'encre de dessus les étoffes blanches, en raison de la propriété très-dissolvante qu'il exerce sur le gallate de ce métal. On le fait servir encore au traitement des maladies sous la forme de boisson rafraîchissante, en le triturant avec du sucre, et y ajoutant quelques gouttes d'huile volatile de citron. Les expériences du citoyen Berthollet lui ont fait voir que l'acidule oxalique défendait plus la chair de la corruption que l'acidule tartareux ; de sorte qu'il lui a paru que le sel d'oseille pourrait être employé comme antiseptique avec beaucoup plus de succès que la crême de tartre. On traite en chimie l'acidule oxalique pour en reconnaître les caractères ou les propriétés, et pour en extraire quelquefois l'acide oxalique, comme je vais le dire.

Espèce I.

Variété II. — *Acide oxalique.*

A. *Histoire, siége, extraction.*

1. C'est une des plus belles et des plus remarquables par-

ties de l'histoire de la chimie végétale, que celle qui est relative à la découverte de l'acide oxalique. Long-temps cet acide est, pour ainsi dire, resté caché dans le sel d'oseille que l'on avait toujours confondu, jusqu'à Bergman et Schéele, avec le tartre et son acide. Lorsque le premier de ces chimistes eut trouvé, en 1776, la conversion du sucre en un acide très-fort par le moyen de l'acide nitrique, Schéele découvrit quelques années après, en 1784, que cet acide artificiel était tout formé dans le sel d'oseille, que celui-ci le contenait tout entier, qu'on pouvait changer l'acide du sucre de Bergman en sel d'oseille, en y unissant un peu de potasse, et qu'on pouvait extraire du sel d'oseille natif un acide pur tout semblable à celui que Bergman avait préparé avec le sucre. Voilà pourquoi, en raison de cette identité confirmée depuis par tous les chimistes, on a nommé cet acide oxalique dans la nomenclature méthodique.

2. Voici le procédé par lequel Schéele est parvenu à retirer du sel d'oseille l'acide pur qui y est contenu, et à le séparer de la potasse : on sature l'acidule oxalique du commerce avec de l'ammoniaque, et on forme ainsi un sel triple, un oxalate de potasse et d'ammoniaque, très-dissoluble dans l'eau; on verse dans sa dissolution du nitrate de barite également dissous; il se forme un précipité d'oxalate de barite insoluble dans l'eau froide, et la liqueur surnageante retient du nitrate de potasse et du nitrate d'ammoniaque en dissolution. On est obligé de procéder ainsi afin de saturer d'ammoniaque la portion libre de l'acidule oxalique qui ne décomposerait pas sans cela le nitrate de barite, et qui ne le précipite que par les doubles attractions. On lave bien l'oxalate de barite précipité; on le décompose par l'acide sulfurique qui a beaucoup plus d'attraction pour la barite que n'en a l'acide oxalique; le sulfate de barite qui se forme, reste indissoluble au fond de la liqueur; on décante celle-ci; on l'essaie par une dissolution bouillante d'oxalate de barite, pour en séparer la portion d'acide sulfurique qui peut s'y trouver

encore, et lorsqu'il ne se forme plus de précipité par l'addition de cette dissolution, on sépare ou l'on filtre le liquide qui contient alors l'acide oxalique pur : en évaporant ce liquide jusqu'à une certaine consistance, il fournit par le refroidissement des cristaux prismatiques ou aiguillés de cet acide. On peut aussi l'obtenir, en saturant l'acidule oxalique de potasse ou de soude, en versant les dissolutions de ces trisules dans une dissolution de nitrate de barite, et en décomposant de suite l'oxalate de barite qui se précipite par l'acide sulfurique.

3. On sait assez, par ce que j'ai déja annoncé dans plusieurs des articles précédens, qu'on peut former de toutes pièces de l'acide oxalique avec des gommes ou du sucre, traités par l'acide nitrique au-delà de la formation des acides muqueux et malique pour les premières, et seulement de l'acide malique pour le second de ces corps. On verra bientôt qu'une foule d'autres matières végétales, et même des substances animales, peuvent fournir plus ou moins abondamment le même acide très-pur par l'action de l'acide nitrique. Il faut ajouter ici que cette fabrication artificielle est souvent plus économique et plus facile que l'extraction de cet acide du sel d'oseille, parce que ce dernier est toujours très-cher dans le commerce, et parce que dans la formation artificielle il n'y a que l'acide du nitre qui coûte.

4. Le citoyen Deyeux a trouvé dans les poils des pois chiches une production assez considérable d'acide oxalique. Après avoir coupé ces poils avec des ciseaux à différentes hauteurs, ceux qui étoient restés presque entiers ont bientôt laissé apercevoir une gouttelette de liqueur à leur extrémité; ceux qui avoient été diminués de moitié furent plus long-temps avant de produire cet effet; enfin les poils coupés près de leurs racines n'offrirent d'exudation qu'au bout de 24 heures. Examinés avec une forte loupe, les poils coupés présentaient à leur extrémité une ouverture dont l'intérieur était humide, conséquemment jouissant

de végétation. Ces poils furent alors reconnus pour des organes sécrétoires, où se formait un liquide qui donnait, par sa surabondance, une gouttelette à leur extrémité. En effet, s'ils n'étaient que des canaux excréteurs, la liqueur aurait paru plutôt à l'extrémité des vaisseaux coupés. Il a d'ailleurs été impossible au citoyen Deyeux de reconnaître la présence du même liquide dans les parties les plus voisines du lieu où les poils prennent naissance. L'auteur, après avoir bien examiné le phénomène de la production de cette humeur, s'est occupé d'en rechercher la nature. Il remarque d'abord que plusieurs chimistes, et en particulier M. Proust, avaient annoncé qu'elle était acide, et qu'elle brûlait les souliers de ceux qui se promenaient dans un champ de pois chiches. Le citoyen Deyeux, en secouant des plantes entières dont les poils étaient garnis de gouttelettes d'humeur dans de l'eau distillée, a reconnu, par l'examen de cette eau, qu'elle était chargée d'acide oxalique pur, et non dans l'état acidulé. C'est la première fois qu'on a trouvé cet acide pur et isolé dans les végétaux. Il y a lieu de croire qu'en multipliant la même observation et le même examen chimique sur des plantes d'où il s'écoule spontanément des humeurs acides, et qui sont beaucoup plus nombreuses qu'on ne le croirait, on trouvera plus abondamment cet acide qu'on ne l'a soupçonné. Au reste, on voit combien il est important de confirmer par de nouvelles recherches la découverte du citoyen Deyeux.

B. *Propriétés physiques.*

5. L'acide oxalique cristallise en prismes quadrilatères dont les pans sont alternativement larges et étroits, et qui sont terminés à chaque extrémité par un sommet dièdre. Quand la cristallisation est très-rapide, on n'obtient que de petites aiguilles sans forme déterminée. Quelquefois il se présente sous celle de plaques quarrées ou légèrement rhomboïdales.

6. Il a une saveur acide et très-piquante ; on croiroit, en le goûtant, qu'il agit comme un acide puissant et caustique, et cependant il ne produit aucun effet pareil sur nos organes. Il est très-agréable, lorsqu'il est étendu d'eau ; les dents sont fortement agacées par son contact, et il les amollit et les dissout même, ainsi que toutes les substances osseuses, par un séjour un peu continué. Aussi quelques médecins modernes, parmi ceux qui ont commencé à appliquer les connaissances chimiques à la médecine, et en particulier le citoyen Bonhomme d'Avignon, ont-ils cru que le ramollissement des os dans les maladies des enfans, caractérisées par la mollesse et la courbure des os, était dû à de l'acide oxalique formé spontanément dans leur estomac.

7. L'acidité de cet acide est si forte, que trois décigrammes suffisent pour en communiquer une très-sensible à un kilogramme d'eau ; aussi rougit-il assez manifestement toutes les couleurs bleues végétales : une partie d'acide oxalique concret donne à 3600 parties d'eau la propriété de teindre en rouge le papier couvert de tournesol.

C. *Propriétés chimiques.*

8. L'acide oxalique exposé au feu se volatilise en partie sous forme liquide, et même sous forme solide et cristalline ; il ne s'en décompose qu'une portion à la plus haute température, et cette portion passe en acide carbonique et en eau ; il ne reste que très-peu de charbon dans la cornue. Le résidu est grisâtre, contient du carbonate de potasse et un peu de charbon. Voici exactement les phénomènes que présente l'acide oxalique cristallisé, lorsqu'on le chauffe par degrés. Exposé à un feu doux, il se dessèche, se couvre d'une croûte blanche, et se réduit bientôt en poussière ; il perd trois dixièmes de son poids. Mis sur un charbon ardent, il s'exhale en fumée âcre, irritante, et ne laisse qu'un résidu blanc alcalin, sans matière

charbonneuse ; distillé dans une cornue à un feu plus fort, quoique modéré, il se fond, devient brun en bouillant, donne un phlegme acidule, se sublime en partie sans altération, donne à la fin un peu de gaz acide carbonique et de gaz hidrogène carboné. En chauffant très-fortement, on a plus de produits gazeux, plus d'eau acidule, et moins d'acide concret ; la masse grise qui reste au fond de la cornue est un mélange de carbonate de potasse et de charbon : il est très-remarquable que cet acide ne donne point d'huile dans sa décomposition par le feu.

9. L'acide oxalique exposé à l'air humide paraît être déliquescent, et cependant il se sèche à l'air chaud et sec, il se dissout facilement dans l'eau froide, qui en prend moitié de son poids. Quand on jette des cristaux d'acide oxalique dans l'eau froide, ils font entendre un petit bruit qui annonce un écartement subit entre leurs molécules. La pesanteur spécifique de cette dissolution froide est un peu plus de moitié plus grande que celle de l'eau distillée. En évaporant cette liqueur, il ne s'en élève point d'acide, même par l'ébullition. L'eau bouillante en dissout une quantité égale à la sienne ; il s'en sépare la moitié par le refroidissement ; c'est en faisant cette opération avec précaution qu'on obtient cet acide bien cristallisé.

10. Les acides à radicaux simples agissent plus difficilement sur l'acide oxalique que sur les autres acides végétaux précédens. L'acide sulfurique concentré le brunit et le charbonne à l'aide de la chaleur. L'acide nitrique le décompose à l'aide de l'ébullition : on a dit qu'il le changeait en vinaigre ; mais cela n'est pas vraisemblable, puisque cet acide le réduit au contraire très-facilement en eau et en acide carbonique. On obtient constamment ce dernier résultat en employant assez d'acide nitrique et en chauffant assez long-temps ce mélange. Nous avons trouvé dans nos recherches, le citoyen Vauquelin et moi, que cent parties d'acide oxalique contiennent soixante-

dix-sept parties d'oxigène, treize de carbone, et dix d'hidrogène ; en sorte que c'est un des acides les plus oxigénés qui existent ; et voilà pourquoi on ne peut que le décomposer totalement.

11. L'acide oxalique forme avec la barite un sel peu dissoluble, qui donne des cristaux anguleux quand on le dissout dans l'eau à l'aide d'un excès d'acide oxalique. Lorsqu'on veut dissoudre ces cristaux dans l'eau bouillante, celle-ci leur enlève l'excès d'acide qu'ils contiennent, les rend opaques, pulvérulens et indissolubles. On ne connaît pas encore les propriétés de l'oxalate de strontiane. Le citoyen Vauquelin l'a obtenu en versant de l'oxalate de potasse dans du muriate de strontiane. Il paraît être insoluble et composé de 0.59 et demi de terre et de 0.40 et demi d'acide.

12. Saturé de chaux, l'acide oxalique forme un sel indissoluble dans l'eau, pulvérulent, qui n'est décomposable que par le feu, parce que l'attraction de cet acide pour la chaux est si forte, qu'il l'enlève à tous les autres acides. Cet oxalate de chaux verdit le sirop de violette.

13. L'acide oxalique dissout facilement l'alumine. Cette dissolution évaporée donne, par l'évaporation, une masse jaunâtre, transparente, douce, un peu astringente, déliquescente, et rougissant la teinture de tournesol. Ce sel se boursoufle au feu, perd son acide, et laisse l'alumine un peu colorée. Les acides puissans le décomposent.

14. On n'a point encore examiné la combinaison de l'acide oxalique avec la zircone et la glucine.

15. L'acide oxalique peut être uni à la potasse de deux manières, ou en petite quantité, ou assez abondamment pour le saturer entièrement. Dans le premier cas, on régénère le sel d'oseille, l'acidule oxalique ou l'oxalate acidule de potasse. C'est dans ce fait que consiste la brillante découverte de Schéele. D'un côté, il a prouvé qu'on pouvait retirer du sel d'oseille, par le procédé que j'ai décrit, un acide pur, cristallisable, et en

tout point semblable à celui qu'on fabrique de toutes pièces avec la gomme, ou le sucre et de l'acide nitrique. De l'autre côté, il a confirmé sa découverte en montrant que l'acide fait artificiellement, uni à un peu de potasse, reformait du véritable sel d'oseille : et il suffit en effet de verser un peu de dissolution de potasse dans une dissolution d'acide oxalique pur, pour voir se déposer assez promptement de petits cristaux peu solubles d'acidule oxalique ou de sel d'oseille. Mais, dans le second cas, c'est-à-dire si l'on sature l'acide oxalique de potasse, on a un sel très-dissoluble, difficile à cristalliser, prenant la forme gélatineuse, qui cristallise en prismes hexaèdres à sommets dièdres quand on ajoute à la liqueur un excès de potasse. Cet oxalate de potasse est décomposable par le feu, par les acides minéraux qui en précipitent promptement la dissolution en acidule ; il est susceptible de reformer du sel d'oseille ou cet acidule par un excès d'acide oxalique. Il est aussi décomposable par la barite et par la chaux, qui précipitent de sa dissolution des oxalates indissolubles de ces deux bases.

16. L'acide oxalique est aussi susceptible de former une espèce d'acidule lorsqu'on l'unit à une petite quantité de soude ; mais lorsqu'on l'en sature, il constitue un oxalate de soude très-difficile à obtenir cristallisé, plus dissoluble cependant à l'eau chaude qu'à l'eau froide, verdissant le sirop de violette, et qui se comporte à beaucoup d'égards comme l'oxalate de potasse avec les acides à radicaux simples, avec son propre acide, et avec la chaux et la barite. La potasse décompose cet oxalate de soude.

17. Uni à l'ammoniaque en petite quantité, l'acide oxalique forme également une espèce d'oxalate acidule peu dissoluble, cristallisable, dont on peut, comme pour les deux précédens, les acidules de potasse et de soude, saturer la portion d'acide excédent avec d'autres bases, et former conséquemment des espèces de sels triples. C'est par le même ordre d'attractions compliquées que Schéele, en saturant le sel d'oseille

ou l'oxalate acidule de potasse natif avec l'ammoniaque, a formé un sel triple qu'il a ensuite décomposé par le nitrate de barite, pour obtenir, comme on l'a vu, l'acide oxalique pur. Mais si l'on sature entièrement l'acide oxalique d'ammoniaque, on obtient un oxalate ammoniacal neutre, qui donne par l'évaporation de beaux cristaux en prismes tétraèdres, terminés par des sommets dièdres, dont un des côtés, beaucoup plus large que l'autre, intercepte trois pans du prisme. Ce sel est décomposable par le feu, qui en dégage du carbonate d'ammoniaque, et ne laisse que quelques légères traces charbonneuses, par la barite, la chaux et la strontiane, qui en séparent l'ammoniaque en gaz et en précipitent la dissolution en oxalates terreux insolubles, par la magnésie qui s'unit à une partie en sel triple, par les deux alcalis fixes qui forment des oxalates solubles. L'acide oxalique le précipite en cristaux d'oxalate acidule ammoniacal; les acides puissans à radicaux simples ou inconnus lui enlèvent l'ammoniaque; les oxalates de potasse et de soude s'unissent à lui en sels triples. Il précipite tous les sels calcaires, et c'est un des meilleurs réactifs que l'on puisse employer pour reconnaître dans les liquides quelconques la nature et la proportion de ces sels.

18. Il faut ajouter à ces détails sur les oxalates terreux et alcalins, que tous ceux de ces sels qui sont bien dissolubles dans l'eau, conséquemment les derniers sur-tout qui paraîtraient devoir être les plus décomposables, n'éprouvent aucune altération spontanée dans leurs dissolutions; que celles-ci sont susceptibles de décomposer les divers sels calcaires; que l'on peut s'en servir avec avantage, sous ce rapport, non seulement pour déterminer la présence et la quantité de ces sels, mais encore pour décomposer le phosphate acidule de chaux; et que pour pouvoir obtenir de celui-ci toute la quantité de phosphore qu'il contient, c'est spécialement de l'oxalate ammoniacal qu'il faut se servir, parce que son acide oxalique, en séparant toute la chaux avec

laquelle il se précipite en oxalate calcaire indissoluble, laisse dans la liqueur surnageante du phosphate ammoniacal, qui, comme on le sait, est bien décomposable par le charbon.

19. Suivant Bergman, les attractions de l'acide oxalique pour les bases terreuses et alcalines doivent être disposées dans l'ordre suivant : la chaux, la barite, la magnésie, la potasse, la soude, l'ammoniaque et l'alumine. On n'a point apprécié celles de la zircone, de la strontiane et de la glucine.

20. L'acide oxalique décompose en partie tous les sels à base de potasse, et forme dans leurs dissolutions de l'acidule oxalique qui se précipite en petits cristaux. En continuant à verser dans ces dissolutions de l'acide oxalique, après les avoir décantées de chaque précipitation cristalline, on parvient à décomposer entièrement ces sels, tant est grande la tendance qu'a cet acide pour enlever la potasse aux autres. On n'obtient pas si facilement le même résultat avec les sels de soude et d'ammoniaque, quoiqu'ils éprouvent aussi une décomposition, et qu'ils cèdent une partie de leurs bases à cet acide. Il décompose tous les carbonates, et en chasse l'acide avec effervescence.

21. L'acide oxalique agit sur plusieurs substances métalliques, celles sur-tout qui sont susceptibles de décomposer l'eau ; il s'unit plus ou moins facilement avec tous les oxides des métaux ; il en enlève même plusieurs aux acides les plus puissans. Excepté le tungstène, le molybdène, le chrome, l'urane, le titane et le tellure, qu'on n'a point encore combinés avec l'acide oxalique, on a déja indiqué quelques propriétés de toutes les autres combinaisons de cet acide avec les métaux. Voici le résultat précis des connaissances acquises sur cet objet.

A. Avec l'oxide d'arsenic, il forme de petits cristaux prismatiques, très-fusibles, très-volatils, décomposables par la chaleur.

B. Avec l'oxide de cobalt, un sel pulvérulent, d'un rose clair, peu soluble.

C. Avec l'oxide de bismuth, un sel blanc en poudre, très-peu dissoluble dans l'eau.

D. Avec l'oxide de nickel, un sel d'un blanc ou d'un jaune verdâtre, très-peu soluble.

E. Avec l'oxide de manganèse, un sel en poudre blanche qui noircit au feu.

F. Avec l'oxide d'antimoine, un sel en grains cristallins, transparens.

G. Il agit sur le zinc métallique avec effervescence et dégagement de gaz hidrogène; l'eau est décomposée, et le zinc oxidé se combine à mesure avec l'acide. Cet oxalate de zinc est en poudre blanche, et d'une saveur acerbe, quoique très-peu dissoluble.

H. Il n'agit point sur le mercure métallique; mais il s'unit facilement à son oxide, qu'il blanchit par son contact. L'oxalate de mercure est en poudre blanche; il noircit promptement à la lumière. L'acide oxalique précipite le nitrate de mercure en poudre blanche; ce précipité, quand on le fait chauffer, fulmine sensiblement, suivant la remarque de M. Paeken.

I. Versé sur de l'étain en lames ou en limaille, l'acide oxalique commence par le noircir, et le couvre ensuite d'une poussière blanche. L'oxalate d'étain, assez dissoluble, est d'une saveur austère et métallique. En évaporant lentement sa dissolution, elle fournit des cristaux aiguillés ou en prismes assez prononcés. Évaporée plus fortement, elle donne une masse transparente, semblable à de la corne.

K. L'acide oxalique ternit promptement la couleur brillante du plomb; il le ronge ou le corrode; il dissout bien son oxide. Quand il en est saturé, sa dissolution épaisse dépose de petits cristaux brillans qui deviennent promptement opaques à l'air. Le même acide décompose et précipite la dissolution nitrique du plomb; si on le verse dans cette dissolution un peu étendue, il y donne des cristaux, comme le fait l'union immédiate d'oxide de plomb et d'acide oxalique. On les obtient

aussi en unissant cet acide avec la dissolution d'acétite de plomb.

L. Cet acide attaque fortement le fer en limaille ; il se dégage beaucoup de gaz hidrogène de cette dissolution : à mesure que l'eau décomposée fournit de l'oxigène au fer, celui-ci s'unit à l'acide oxalique et forme une dissolution qui devient promptement rougeâtre, quand elle est chauffée ou exposée à l'air. La dissolution oxalique de fer est très-styptique ; elle donne par l'évaporation des cristaux prismatiques d'un jaune verdâtre. Le même acide précipite les sels suroxigénés de fer, et spécialement le sulfate rouge de ce métal, en un oxalate d'un beau rouge, que quelques chimistes ont proposé pour la peinture. Il n'y a pas d'acide qui dissolve plus promptement et plus complétement l'oxide de fer noir très-divisé, et sur-tout le gallate de fer. Aussi est-il très-utilement employé pour enlever les taches d'encre, ainsi que son acidule ou le sel d'oseille.

M. L'acide oxalique agit aussi facilement sur le cuivre, et en opère l'oxidation en vert. Il dissout entièrement ses divers oxides. L'oxalate de cuivre est d'un bleu clair, peu dissoluble. Le même acide décompose et précipite le sulfate, le nitrate, le muriate et l'acétite de cuivre : le précipité est en une poudre d'un gris bleuâtre.

N. Il n'attaque point l'argent métallique ; mais il dissout, quoiqu'en petite quantité, l'oxide de ce métal précipité de l'acide nitrique par la potasse. En versant de l'acide oxalique dans la dissolution nitrique d'argent, on obtient sur-le-champ un précipité blanc, épais, indissoluble, d'oxalate d'argent. On obtient le même précipité avec tous les oxalates solubles unis à la même dissolution d'argent. Ce sel est très-altérable par la lumière ; il suffit de l'exposer aux rayons du soleil pour le colorer en noir avec une extrême promptitude. L'oxalate d'argent formé par cette précipitation, exposé sur des charbons dans une cuiller, se disperse avec bruit et éprouve une espèce

de fulmination, suivant les expériences de M. Paeken, confirmées par le citoyen Guyton.

O. Il n'y a point d'action de l'acide oxalique sur l'or, et il y en a même très-peu entre cet acide et l'oxide de ce métal.

P. Il dissout le précipité de platine formé par la soude, sans toucher à ce métal pur. La dissolution d'oxalate de platine est jaunâtre, et donne des cristaux de la même couleur.

22. Il faut remarquer que toutes les combinaisons de l'acide oxalique avec les oxides métalliques qui ont été décrites par Bergman, d'où j'ai extrait les faits qu'on vient de lire, après les avoir vérifiés pour la plupart, et en ajoutant quelques phénomènes découverts depuis, sont très-faciles à décomposer par le feu ; qu'aucune ne donne même de traces d'acide acéteux dans leur distillation, tandis que toutes celles des citrates en fournissent constamment, et quelques-unes de ces dernières en donnent souvent assez pour qu'on puisse le soumettre à des expériences, et s'assurer de sa nature.

23. Tous les phénomènes que présentent les propriétés chimiques de l'acide oxalique prouvent que cet acide est plus oxigéné que ceux dont il a été parlé jusqu'ici ; que c'est pour cela qu'il ne peut plus former d'autres acides ou passer à une autre nature acidifiée ; qu'il est le dernier terme de l'acidification végétale, et qu'il n'est plus susceptible, lorsqu'on le traite par quelque matière oxigénée ou par quelque procédé décomposant que ce soit, que de se décomposer tout-à-fait, et de donner de l'acide carbonique et de l'eau ; qu'il contient, comme on l'a vu, une petite quantité de carbone ; que c'est pour cela qu'il ne donne point d'huile à la distillation, et qu'il ne laisse point de charbon. Aussi, quand on forme cet acide de toutes pièces avec des matières végétales, douces, fades, sucrées, etc. et l'acide nitrique, on y diminue leur proportion d'hidrogène et de carbone, on y augmente la proportion d'oxigène : de sorte que si on poussait un peu plus loin cette action, on détruirait entièrement la composition végétale, et on la réduirait à son der-

nier terme d'analyse en la portant à l'état d'eau et d'acide carbonique.

D. *Usages.*

24. On n'emploie pas encore dans les arts, ni en médecine, ni dans les usages domestiques, l'acide oxalique pur. C'est, comme on l'a vu plus haut, son acidule dont on se sert, soit pour faire de la limonade sèche, soit pour enlever les taches d'encre. Il n'y a encore que les opérations de chimie où l'on prépare et où l'on emploie l'acide oxalique pur. Il sert spécialement à reconnaître la présence et la quantité des sels calcaires. On destine à cet usage ou l'acide seul ou les oxalates, et sur-tout celui d'ammoniaque, un des plus sensibles et des plus utiles. Il peut être substitué à l'acidule pour enlever les taches d'encre. On peut aussi le préparer pour boisson, en l'étendant d'une quantité suffisante d'eau, et en l'édulcorant avec du sucre ou du miel. Il pourra devenir extrêmement avantageux, si on le trouve pur quelque jour, comme cela est vraisemblable, dans des sucs de végétaux acides.

ESPÈCE II.

Variété 1ere. — *Acidule tartareux.*

A. *Histoire, siége, extraction, purification.*

1. L'acidule tartareux ou le tartrite acidule de potasse, dénomination qui désigne exactement sa nature, a long-temps été connu sous le nom de *tartre*. Ce n'est que depuis vingt-cinq ans que sa nature est bien déterminée. Après Paracelse et Van-Helmont, qui ont eu des idées étrangères sur sa nature, il a fallu les travaux d'un grand nombre de chimistes pour faire arriver successivement la science au degré de précision où elle est aujourd'hui, et pour qu'il fût possible d'avoir des

notions bien précises sur sa composition. Fizes, Montet et le citoyen Desmarets ont décrit les procédés par lesquels on le purifie. Boerhaave, Neumann, Rouelle le jeune, Spielman, Corvinus, Bucquet ont prouvé qu'il existait tout formé dans le suc des raisins, avant leur conversion en vin. Béguin, Angelus Sala, Libavius, Zvvelfer, Lefevre, Glazer, Hierne soutinrent contre beaucoup d'autres chimistes que le tartre contenait l'alcali tout formé. Duhamel et Grosse, Margraff et Rouelle le jeune confirmèrent cette assertion par des expériences fort exactes. MM. Wiegleb, Rozenstiel, Paeken, Bayen et Berniard donnèrent ou accumulèrent par diverses méthodes les preuves que l'alcali préexistait dans cet acidule avant l'action du feu. Après Blaise de Vigenère, Lémery et Neumann, Spielman et le citoyen Berthollet ont bien décrit la décomposition de cet acide par le feu; Corvinus, les citoyens Machy et Berthollet sa décomposition spontanée dans l'eau. Schéele, Retzius, Bergman et Paeken ont donné les moyens d'extraire l'acide pur de cet acidule. M. Hermstadt a examiné avec soin plusieurs propriétés de cet acide. Tel est le résultat précis des principaux travaux faits sur l'acide tartareux.

2. Quoique l'acidule tartareux existe dans le suc de raisin, dans le tamarin, dans le sumac, le tamarisc, dans la mélisse, le chardon béni, les racines d'arrête-bœuf, de germandrée, de sauge, dans les baies d'épine-vinette, et sans doute dans une foule d'autres fruits, ce n'est point dans ces matières qu'on le puise. Il se précipite et se dépose spécialement des vins conservés dans les tonneaux, et sur-tout des vins de France et de ceux de la Moselle et du Rhin; il y forme des couches successives qui se condensent presque comme des incrustations pierreuses, et qu'on ramasse sur les parois des futailles ou des cuves où l'on conserve ces liqueurs. On en distingue de blanc et de rouge, qu'on nomme *tartre blanc*, et l'autre *rouge*: mais il est bien éloigné d'être pur, ainsi que les lies qui en contiennent une très-grande quantité. Dans le tartre et la lie,

outre la matière colorante qui y est contenue, on trouve des corps étrangers, des pepins, des peaux, etc. On y trouve encore du sulfate de potasse, etc. On le purifie pour le séparer de ces corps étrangers, par les procédés suivans, décrits par Fizes, Montet et le citoyen Desmarets.

3. On raffine en quelque sorte cet acidule, ou on le purifie aux environs de Montpellier, à la manière dont on traite en général beaucoup d'autres substances salines. On fait bouillir le tartre brut dans l'eau; on filtre cette dissolution bouillante; elle se trouble en refroidissant, et dépose des cristaux irréguliers sous forme de pâte. On fait bouillir une seconde fois cette pâte dans des chaudières de cuivre avec une eau dans laquelle on a délayé une terre grasse tirée du village de Merviel, auprès de Montpellier. On enlève avec soin les écumes qui s'élèvent; il se forme ensuite une pellicule saline, à l'apparition de laquelle on cesse le feu; on casse cette pellicule qui se précipite avec les cristaux déja déposés; on lave ces cristaux dans l'eau pour enlever la terre qui les salit. On les livre au commerce sous les noms fort impropres de *crême* ou de *cristaux de tartre*. La crême a reçu ce nom, parce que c'est la partie formée à la surface; les cristaux ou le sel de tartre sont ceux qui se trouvaient au-dessous. On a cru que l'argile servait à débarrasser le tartre de la matière huileuse qu'on y admettait; mais il est évident qu'elle sert à séparer la partie colorante et extractive avec laquelle l'alumine a, comme on le verra plus bas, une forte attraction : ainsi cette terre remplit ici les mêmes usages que dans la purification du sel d'oseille; elle décolore et blanchit l'acidule tartareux en favorisant sa séparation, en enlevant même sa matière colorante.

4. On procède à Venise par un moyen un peu différent pour purifier le tartre. Suivant le citoyen Desmarets, on dissout cet acidule en poudre dans l'eau bouillante; on laisse déposer les matières étrangères ou impures qu'il contient, et on enlève la partie qui surnage. La liqueur donne des cristaux par le repos

et le refroidissement. On redissout ces cristaux dans l'eau qu'on chauffe lentement ; quand cette seconde dissolution est bouillante, on y jette des blancs d'œufs battus dans l'eau et de la cendre passée au tamis ; on fait cette addition de cendres en quatorze ou quinze fois ; on enlève l'écume que l'effervescence y occasionne, et on laisse ensuite reposer la liqueur. Il s'y forme bientôt une pellicule et des cristaux salins très-blancs ; on décante l'eau, on fait sécher le sel. Il est bien évident que ce procédé dénature une partie du tartre ou de l'acidule tartareux, que la potasse des cendres sature une portion de son acide à nu, comme l'annonce l'effervescence qui se manifeste, qu'on en porte une partie à l'état de tartrite soluble, et qu'il doit s'en perdre beaucoup par ce procédé. L'eau-mère doit contenir du tartrite de potasse ou du *sel végétal*, comme on le nommait autrefois. Il est également évident que le procédé de Montpellier est bien préférable.

5. Quelquefois pour les usages chimiques ou pharmaceutiques on purifie dans les laboratoires l'acidule tartareux ou la crême de tartre du commerce. Pour cela on la fait bouillir dans de l'eau ; on filtre la dissolution bouillante, on la laisse refroidir lentement dans des vases de verre, de grès ou de porcelaine ; l'acidule se précipite très-blanc, cristallin, transparent et extrêmement pur dans cette dernière purification. C'est ainsi qu'on doit la préparer pour l'usage médicinal et pour les recherches exactes de chimie.

B. *Propriétés physiques.*

6. L'acidule tartareux bien pur est en petits fragmens cristallins dont il est difficile de déterminer exactement la forme. Cependant, en observant avec soin la purification de cet acidule, on reconnaît des aiguilles ou prismes quadrilatères coupés de biais à leur extrémité. Ces prismes, en se groupant, donnent naissance à des masses irrégulières qui forment la *crême de tartre* commune.

7. La saveur de cet acidule est aigre, un peu désagréable et non vineuse comme celle du tartre crud ou brut, tel qu'il sort des tonneaux. Elle n'est pas à beaucoup près aussi acide que la saveur de l'acidule oxalique, et elle n'agace point les dents à la manière de celui-ci : aussi n'est-il pas en général aussi antiseptique que celui-ci, et ne conserve-t-il pas les viandes comme lui.

8. L'acidule tartareux est très-fragile et facile à réduire en poudre. Dès qu'il est chauffé de manière à se ramollir et à commencer à entrer en fusion, il change de nature et se décompose comme on va le voir : il rougit la teinture de tournesol et le sirop de violettes.

C. *Propriétés chimiques.*

9. Lorsqu'on expose de l'acidule tartareux sur un charbon ardent, il se ramollit, se fond, se boursoufle, brunit, répand une fumée aigre, piquante, empyreumatique, d'une odeur particulière et bien déterminée : il laisse un charbon volumineux, abondant, lourd et très-alcalin. La décomposition de l'acidule tartareux par la distillation à la cornue, est une des opérations qui ont le plus occupé les chimistes, et sur les produits de laquelle ils se sont le plus étendus. Cette distillation se fait dans une cornue de grès ou de fonte, à laquelle on adapte une alonge et un ballon perforé muni de tubes propres à conduire et à faire recueillir les fluides élastiques ; on donne le feu par degrés et avec précaution, en le poussant à la fin jusqu'à bien rougir le fond de la cornue. Il passe d'abord de l'eau peu colorée et à peine acide, ensuite un acide liquide plus fort et rougeâtre; bientôt une huile qui prend de la couleur et de la consistance à mesure que le feu augmente, une grande quantité de gaz acide carbonique et hidrogène carboné; enfin, du carbonate d'ammoniaque qui se cristallise dans l'alonge.

Parmi tous ces produits, qui méritent chacun d'être examinés en particulier, celui qui a le plus frappé les chimistes est l'énorme quantité de fluide élastique, qu'ils ont long-temps pris pour de l'air. Un pouce cube ou 543 grains de tartre de vin du Rhin avait donné à Hales 304 pouces ou 144 grains, ou très-près du tiers de son poids de fluide élastique. Le citoyen Berthollet porte presque aux trois quarts du poids du tartre le gaz qui s'en échappe par la distillation. Spielman et Corvinus ont calculé que ce gaz occupait deux cent quarante-quatre fois le volume de la matière employée. Les trois quarts de ce gaz, à très-peu près, sont du gaz acide carbonique, et le quart du gaz hidrogène carboné, brûlant en blanc et en bleu, ou mélangé lui-même de deux ou trois variétés, suivant la quantité de carbone ou d'huile entière dissoute dans ce gaz.

L'huile, qui forme, suivant Lémery et Spielman, un seizième environ du poids du tartre, est un des produits de cette distillation qui diffère le plus de ceux du précédent acidule; elle provient manifestement de la proportion beaucoup plus grande de carbone et d'hidrogène contenus dans l'acidule tartareux que dans l'oxalique. On la rectifiait autrefois pour en préparer un médicament fortifiant externe, dont on faisait beaucoup de cas. On sent bien qu'elle n'était pas toute formée dans le tartre, et qu'elle résulte de l'union spéciale d'une certaine quantité d'hidrogène et de carbone; aussi varie-t-elle ainsi que celle du phlegme acide et des gaz, suivant la manière dont on procède à cette distillation, la rapidité et la force du feu qu'on administre.

L'ammoniaque en état de carbonate concret, indiquée parmi les produits de cette opération par Lémery, Juncker, Wiegleb, et sur-tout Bucquet, annonce que l'acidule tartareux contient de l'azote dans ses principes primitifs. Une partie, suivant ces mêmes auteurs, est combinée avec l'acide liquide, dont je parlerai bientôt : mais je dois dire ici que quelques chimistes modernes ne comptent point cette ammoniaque au nombre des

produits de la décomposition de l'acidule tartareux, et pensent qu'on a été trompé par un peu de potasse élevée en même temps que les liqueurs et les gaz qui se dégagent. Ce fait mérite donc d'être vérifié par de nouvelles expériences plus exactes que celles qui ont été faites jusqu'ici ; car il peut conduire à déterminer si ce n'est point aux dépens de la potasse, comme on le pensait autrefois, que cet alcali volatil est formé, et si cet alcali fixe ne fournit pas de l'azote qui s'unit à l'hidrogène de l'acide décomposé.

10. Après cette décomposition il reste dans la cornue un charbon très-alcalin, très-âcre, qui attire l'humidité de l'air, qui donne beaucoup de carbonate de potasse par la seule lessive et l'eau froide, et dont la nature sert à prouver la présence de cet alcali à la dose du tiers du poids du tartre dans cet acidule ; car on ne croit plus aujourd'hui que ce soit par l'action du feu que la potasse se forme aux dépens de la décomposition totale de l'acide tartareux, puisque celui-ci pur, comme on le verra bientôt, ne donne point cet alcali dans son charbon. On profite en chimie de cette propriété du charbon du tartre pour en extraire promptement, et par un procédé facile, une quantité considérable de potasse assez pure. On met du tartre brut en poudre grossière dans des cornets de papier gris épais que l'on plonge dans l'eau ; on les place sur un lit de charbon dans un fourneau qu'on remplit successivement ainsi de couches alternatives de cornets de tartre et de charbon, en ayant soin de recouvrir le dernier lit d'une couche de charbon un peu plus épaisse. On allume ce charbon et on le laisse se brûler et s'éteindre entièrement, après sa combustion complète : quand le tout est refroidi, on enlève les cornets fort diminués de volume, comme on le conçoit, mais conservant leur forme à cause de la solidité du papier et de l'eau qui en a rapproché et comme réuni les feuillets. Ces cornets contiennent la potasse du tartre dont le charbon est détruit, et qui est combinée avec une por-

tion d'acide carbonique. Excepté un peu de chaux et de sulfate de potasse qui se trouvent souvent dans cet alcali, il est d'un assez grand degré de pureté. Les chimistes s'en servaient beaucoup autrefois sous le nom de *sel fixe de tartre* ou d'*alcali du tartre*. Comme il contient beaucoup de potasse à nu, il attire promptement l'humidité de l'air, forme alors un liquide épais qu'on nommait *alcali du tartre* en *deliquium*, *huile de tartre par défaillance*; cette dernière dénomination ridicule est abandonnée depuis long-temps. On obtient les $\frac{5}{8}$ du tartre de cet alcali.

11. Un des plus remarquables produits de cette décomposition de l'acidule tartareux par le feu, est l'acide particulier qui passe sous forme liquide dans la distillation, et qui est une production nouvelle de la réaction réciproque des principes de l'acide, opérée par l'action du calorique; c'est l'acide *pyrotartareux*. J'en traiterai en détail en parlant de l'acide tartareux qui le donne aussi par la distillation : il suffit de savoir ici que c'est un acide modifié, différent de celui qui existait dans l'acidule, et qui, comparé aux autres produits de cette décomposition ignée, montre une très-grande diversité entre cet acidule et l'acidule oxalique. On doit en conclure que cette décomposition, qui annonce dans l'acidule tartareux une grande abondance de carbone et d'hidrogène, autorise la terminaison en *eux* adoptée par la nomenclature méthodique, et opposée à celle d'acidule oxalique, parce que celui-ci, non également décomposable, est bien plus oxigéné.

12. L'acidule tartareux n'éprouve aucune altération par le contact de l'air; aucun corps combustible simple, si l'on en excepte le charbon qui le purifie ou le blanchit, n'a d'action sur lui. Il est très-difficilement dissoluble dans l'eau froide, qui n'en prend guère au delà d'un soixantième de son poids. L'eau bouillante en dissout à peu près un trentième; la plus grande partie se précipite et se cristallise par le refroidissement de la liqueur. Cette dissolution, qui est aigrelette, d'une

saveur désagréable, rougit les couleurs bleues végétales. Lorsqu'on l'abandonne à elle-même dans un vaisseau bouché, elle se décompose et présente des phénomènes bien différens de ce que j'ai exposé sur l'acidule oxalique, qui n'éprouve point la même décomposition. Le citoyen Machy est le premier chimiste qui ait parlé de cette décomposition, par laquelle il voulait prouver que l'alcali était le produit d'une altération, et qu'il n'était pas tout contenu dans l'acidule tartareux; mais il s'est trompé en annonçant que la mucosité qui se précipitait ne contenait pas d'alcali, et que la liqueur qui la surnageait était acide, parce qu'il n'a pas poursuivi assez loin cette décomposition, et parce qu'il n'a pas examiné la liqueur surnageante, qui après cette décomposition totale contient toute la potasse préexistante dans l'acidule. Spielman et Corvinus ont commis la même erreur, quoiqu'ils eussent fait une expérience un peu plus exacte. C'est le citoyen Berthollet qui a suivi et décrit depuis cette décomposition spontanée avec le plus de soin et de succès: il en a donné le résultat dans un mémoire inséré parmi ceux de l'académie des sciences pour 1782. Après avoir dissous une partie d'acidule tartareux dans soixante-quatre parties d'eau distillée, il a abandonné cette dissolution dans un vase de verre couvert seulement d'un papier à la température naturelle de son laboratoire. La liqueur diminua peu à peu de volume; il s'y précipita des flocons muqueux qu'il n'enleva pas, comme Spielman, afin de ne rien perdre. Au bout de cinq mois, cette mucosité était très-abondante; la liqueur était rousse, mais rougissait encore le sirop violat, et avait une saveur aigre; la mucosité augmenta encore: il remplaça l'eau qui s'évaporait, et après huit à neuf mois la liqueur commençait à verdir le sirop de violettes, en prenant une couleur de plus en plus foncée. Après dix-huit mois de ce travail spontané, la liqueur ne lui paraissant plus éprouver d'altération, il l'a filtrée; le mucilage reçu sur le filtre s'y sécha en perdant beaucoup de son volume et en se réduisant à un

poids très-petit. Après l'avoir brûlé, sa cendre a donné des signes seulement d'alcalinité ; mais la liqueur surnageante, fortement alcaline, lui a fourni par l'évaporation du carbonate de potasse un peu huileux, qui s'est charbonné au feu, et qui pesait les $\frac{5}{8}$ de l'acidule tartareux primitivement employé, comme l'alcali charbonné qu'il obtint en traitant une même dose de cet acidule par la distillation. Suivant le chimiste que je cite, l'acide tartareux décomposé spontanément et très-lentement par cette expérience, a formé les flocons muqueux précipités, l'acide carbonique et la petite portion d'huile unis à la potasse qui est restée dans la liqueur, et qui était toute contenue dans l'acidule. Je joindrai à ce détail le résultat d'une autre expérience propre à confirmer cette théorie et à n'y laisser aucun doute ; c'est que l'acide tartareux pur, qui est également altérable par une décomposition lente et spontanée, ne laisse point de potasse dans la liqueur résidue de sa décomposition, et que les dissolutions des tartrites alcalins, dans lesquels on connaît exactement les proportions d'alcalis qu'on a employées pour les préparer, ne laissent que ces alcalis, plus l'acide carbonique et le peu d'huile produits de la décomposition de l'acide.

13. L'acidule tartareux, que je puis nommer également *tartrite acidule de potasse*, puisque les faits déja cités sur ses propriétés prouvent que ce n'est en effet que du tartrite de potasse avec excès d'acide, n'éprouve nulle altération de la part de tous les acides, quels qu'ils soient, à moins que ceux-ci n'aient assez de puissance pour altérer la propre nature de son acide. La portion de potasse qu'il contient a plus d'attraction par son excès d'acide tartareux que n'en ont tous les acides même les plus forts : c'est pour cela que l'acide tartareux décompose tous les sels alcalins jusqu'à devenir acidule tartareux. Aussi, lorsque dans les expériences de Pott, de Margraff et de Rouelle le jeune, on voit ces habiles chimistes parvenir à retirer la potasse du tartre ou de la crême de tartre à l'aide des acides nommés *minéraux*, faut-il entendre

qu'ils n'y ont réussi qu'en décomposant l'acide tartareux lui-même, et en le convertissant, soit en acide acéteux, soit en acide oxalique. C'est ainsi qu'en jetant une partie d'acide sulfurique concentré sur une partie d'acidule tartareux en poudre fine, et en favorisant l'action de ce mélange, qui s'échauffe beaucoup, au moment où on le fait, par la chaleur d'un bain-marie continuée pendant dix à douze heures, les deux substances forment une bouillie brune. En y versant ensuite trois ou quatre fois leur poids d'eau distillée bouillante, en saturant l'acide sulfurique par de la craie, filtrant la liqueur et l'évaporant, on obtient du sulfate de potasse mêlé d'un peu de sulfate de chaux. Mais ce que ni Rouelle ni Bernard n'ont annoncé, c'est qu'il y a de l'acide acéteux formé dans cette expérience. La même chose a lieu par l'acide muriatique. L'acide nitrique ne s'empare de la potasse de l'acidule tartareux qu'en faisant passer son acide à l'état d'acide oxalique.

14. L'acide boracique s'unit sans décomposition à l'acidule tartareux : une partie du premier sur quatre du second suffit pour lui donner de la solubilité dans six à huit fois son poids d'eau chaude, comme Lassone l'a fait voir dans les Mémoires de l'académie pour 1755. C'est ainsi qu'on doit préparer ce qu'on nomme dans les pharmacies *crême de tartre soluble*, et non pas avec le borax, parce que celui-ci, qui contient beaucoup de soude en excès, comme je l'ai fait voir ailleurs, constitue avec l'acidule tartareux un sel triple, un tartrite de potasse et de soude, mêlé d'acide boracique, qui n'est plus du tout de la *crême de tartre*. Ainsi cette addition de borax à la crême de tartre pour la rendre soluble, annoncée par Lémery en 1728 dans les Mémoires de l'académie, et proposée la même année par Lefebvre, médecin à Uzès, comme remède dans le même recueil académique, ne doit pas remplir les intentions du médecin comme celle de l'acide boracique seul.

15. On a uni depuis long-temps plusieurs bases terreuses et

alcalines à l'acidule tartareux, pour en faire spécialement diverses espèces de médicamens. Les chimistes ont profité de l'examen de plusieurs de ces combinaisons pour mieux connaître la nature et les propriétés de l'acidule tartareux ; et leurs travaux, comme on va le voir, ont réciproquement éclairé l'art de guérir dans la prescription de ces préparations médicamenteuses : au moins c'est de la première source pharmaceutique de ces combinaisons salines, presque toujours triples, qu'ont découlé les découvertes qui en ont fixé la nature et les propriétés. Il faut donc décrire avec soin ces combinaisons, en les considérant sous le double point de vue indiqué.

16. La dissolution de barite décompose celle d'acidule tartareux, s'empare de son acide, avec lequel elle forme un sel indissoluble qui se précipite en poudre blanche, et laisse la potasse isolée et pure dans la liqueur qui surnage : c'est, comme on voit, un bon moyen de prouver la présence de la potasse dans l'acidule tartareux, et même d'en déterminer la proportion. Il en est vraisemblablement de même de la strontiane.

17. La chaux opère la même décomposition, et même d'une manière plus énergique encore, puisque, suivant l'ordre des attractions électives indiquées par Bergman, elle est plus attirée par l'acide tartareux que ne l'est la barite. Il faut observer que je ne veux point décrire ici les propriétés des tartrites terreux et alcalins, qui doivent être placés à l'histoire de l'acide tartareux pur, mais que je ne fais que considérer l'action de ces bases, soit comme décomposant l'acidule tartareux, soit comme s'y unissant en sels triples. Quand on verse de l'eau de chaux dans une dissolution d'acidule tartareux, il se produit un précipité abondant et pulvérulent de tartrite de chaux, et il reste dans la liqueur de la potasse pure. Si l'on prend du carbonate de chaux, comme l'a fait Rouelle, ce sel terreux n'agit que sur la portion libre

de l'acide tartareux, avec laquelle il forme aussi du tartrite calcaire indissoluble à mesure qu'il se dégage de l'acide carbonique. Après cela, la liqueur surnageante contient la portion de tartrite de potasse pur et neutre, à laquelle l'excès d'acide tartareux était uni dans l'acidule. C'est encore là une des expériences simples et ingénieuses par lesquelles Rouelle le cadet prouvait immédiatement la présence de la potasse dans le tartre. Il en séparait ainsi le sel neutre qu'on nommait dans son temps du *sel végétal*, et dont je parlerai en détail à l'article de l'acide tartareux.

18. La magnésie n'agit point de la même manière sur l'acidule tartareux. Quoique Bergman la place avant les alcalis fixes, dans l'ordre de ses attractions pour l'acide tartareux, elle ne paraît point être capable de séparer la potasse de cet acidule, mais plutôt de rester unie à l'acide en même temps qu'elle, et de former une espèce de sel triple. Les chimistes de l'académie de Dijon ont obtenu du tartrite acidule de potasse saturé de magnésie un sel soluble, qui leur a donné, par son évaporation spontanée, de petits cristaux aiguilles disposés en rayons. Poulletier de la Salle a obtenu de la même combinaison une masse gélatineuse, semblable à un mucilage.

19. Il paraît que l'alumine produit un effet à peu près semblable avec l'acidule tartareux, quoiqu'elle s'y unisse plus difficilement, puisque, comme on l'a vu plus haut, l'argile sert à purifier le tartre aux environs de Montpellier. On ignore absolument l'action de la zircone et de la glucine sur cet acidule. La silice paraît n'en exercer absolument aucune sur ce composé salin.

20. Quand on combine la potasse ou le carbonate de potasse avec l'acidule tartareux, on le sature entièrement de cet alcali, et on forme le même sel que celui qui sera décrit sous le nom de tartrite de potasse dans l'histoire de l'acide tartareux.

21. Il n'en est pas de la soude comme de la potasse : cet alcali, en s'unissant à l'acidule tartareux qu'il sature complétement, forme avec lui une espèce de sel triple, qu'on a nommé long-temps *sel de Seignette*, du nom d'un pharmacien de la Rochelle, qui l'a découvert, préparé et proposé le premier en médecine. Comme *trisule* et *tartrite de potasse* et *de soude*, l'histoire de ce sel doit être exposée ici.

Pour préparer ce sel, on jette une partie d'acidule tartareux bien pur dans cinq parties d'eau bouillante, et on y ajoute du carbonate de soude cristallisé et réduit en poudre jusqu'à ce qu'il n'y ait plus d'effervescence, et jusqu'à ce que l'acidule soit complétement saturé. A mesure que cette saturation se fait, l'acidule disparaît et se dissout dans la liqueur : on évapore celle-ci après l'avoir tirée à clair, jusqu'en consistance de sirop clair, et on la laisse refroidir lentement : elle fournit par ce refroidissement gradué de gros cristaux très-réguliers, en prismes à huit pans à peu près égaux, qui souvent sont comme coupés dans leur milieu et presque dans leur axe ; ils imitent alors un tombeau. La face large sur laquelle ils reposent présente alors deux lignes diagonales qui se croisent dans le centre. Ce sel, vendu d'abord comme un secret, fut découvert en 1731 par Boulduc et Geoffroy, qui en décrivirent la préparation dans les séances de l'académie des sciences de Paris. Depuis cette époque, tous les pharmaciens l'ont préparé dans leurs laboratoires ; il est devenu tout à la fois bien plus commun et par suite bien mieux connu.

Lorsqu'on fabrique ce sel, ainsi que le tartrite de potasse ou sel végétal, il reste au fond de la liqueur une espèce de résidu terreux, sous forme de boue ou pâte, quelquefois sous celle de petites aiguilles entrelacées. Les pharmaciens, qui connaissaient tous ce dépôt, l'avaient regardé comme une espèce de terre engagée dans la *crême de tartre* du commerce, et séparée par la soude. Le citoyen Vauquelin l'a examiné avec soin ; il a trouvé qu'il faisait environ les 0.07 de l'acidule

tartareux, qu'il ne se séparait pas de l'acide tartareux pur ; qu'il n'existait que dans la *crême de tartre*, que c'était du tartrite de chaux provenant du vin, puisqu'il l'a trouvé aussi dans le tartre brut. Il a fait voir par le même travail que le sel de Seignette contient, à très-peu de chose près, 0.54 de tartrite de potasse, et 0.46 de tartrite de soude ; qu'ainsi il est nommé exactement *tartrite de potasse* et *de soude*. Ce sel triple a une saveur amère ; il se décompose au feu, et donne de l'acide pyrotartareux, de l'huile, du gaz comme tous les tartrites ; il s'effleurit à l'air ; il est dissoluble dans environ cinq parties d'eau ; il est décomposable en partie par les acides puissans qui en précipitent de l'acidule tartareux ; il l'est en entier par la barite et par la chaux.

22. L'acidule tartareux s'unit aussi à l'ammoniaque qui le sature en sel triple. Ce tartrite de potasse et d'ammoniaque donne de beaux cristaux que Bucquet a désignés en pyramides ; Macquer, en prismes hexaèdres terminés par des pyramides très-aiguës ; les académiciens de Dijon, en parallélipipèdes à deux biseaux alternes. Il a une saveur fraîche ; il se décompose au feu ; il s'effleurit à l'air ; il est plus dissoluble dans l'eau chaude que dans l'eau froide, et cristallise par le refroidissement. Les acides en précipitent de l'acidule ; la chaux, la barite, la strontiane et les alcalis fixes en séparent ou les deux bases ou l'ammoniaque seulement.

23. Quoiqu'il y ait, en général, peu d'action réciproque connue entre les sels et l'acidule tartareux, il est vraisemblable qu'il se passerait entre eux, sur-tout pour ceux à base terreuse, un grand nombre d'effets d'attractions doubles qu'il serait utile d'apprécier. Les nitrates et les muriates suroxigénés le décomposent à l'aide de la chaleur, en décomposent ou brûlent plus ou moins complétement l'acide, suivant la proportion de ces sels qu'on y ajoute. On prépare avec le nitrate de potasse et le tartre brut, de l'alcali ou plutôt un carbonate de potasse, qu'on nommait autrefois en chimie *flux blanc* ou

flux noir, suivant que l'un ne contient que le carbonate alcalin en raison de la combustion complète du charbon, et que dans l'autre il reste une portion du charbon du tartre. Ces noms de flux ont été donnés aux produits de ces opérations, parce qu'on les a sur-tout destinés à servir de fondant aux terres des gangues dans les essais des mines. Le flux noir ou réductif est fait avec deux parties de tartre et une partie de nitre, le blanc avec parties égales de nitre et de tartre ; on projette les mélanges dans un creuset rougi ; ils détonent et s'enflamment avec rapidité. La combustion et la détonation du second est beaucoup plus forte que celle du premier. On nomme *flux cru* le mélange de nitre et de tartre dans des proportions quelconques avant qu'on le fasse détoner.

24. L'acidule tartareux paraît être susceptible de s'unir sans se décomposer à la plupart des métaux, et sur-tout des oxides métalliques, suivant les expériences du citoyen Monnet et des académiciens de Dijon. Il constitue des espèces de sels triples. On n'a encore examiné avec quelque soin que ceux qui ont lieu avec les oxides d'antimoine, de mercure, de plomb et de fer, soit parce que ces composés présentent plus de faits remarquables, soit parce que la plupart sont des médicamens plus ou moins importans ; celui de tous qui mérite le plus d'attention, qui est si généralement employé en médecine qu'on pourrait dire qu'il constitue une espèce de remède universel, c'est son union avec l'oxide d'antimoine.

25. On a nommé *tartre stibié*, *tartre antimonié*, *tartre émétique* la combinaison saline triple d'acidule tartareux et d'oxide d'antimoine. C'est Adrien de Mynsicht qui le premier l'a fait connaître en 1631. Presque tous les chimistes s'en sont occupés à l'envi ; aucun n'en a examiné les propriétés avec plus de soin et de succès que Bergman. Chaque auteur et chaque pharmacopée ont donné des procédés particuliers pour préparer cet important médicament. Ils diffèrent entre eux, soit sur l'espèce d'oxide d'antimoine qu'ils proposent, soit

sur leur quantité, soit sur celle de l'eau ou de l'acidule tartareux, soit enfin sur la manière même de procéder à sa fabrication. Bergman a donné dans sa Dissertation un tableau très-bien fait de tous les procédés décrits jusqu'ici pour cette préparation. On a successivement conseillé les oxides blancs sublimés et les oxides sulfureux vitreux. Les uns ont prescrit l'ébullition avec l'acidule tartareux et l'eau pendant dix à douze heures; d'autres n'ont indiqué qu'une ébullition d'une demi-heure. Ceux-ci ont recommandé d'évaporer la lessive filtrée à siccité : ceux-là ont ordonné de faire cristalliser, et de n'employer pour l'usage que les seuls cristaux. Tant qu'on a suivi ces diverses pratiques dans les différentes pharmacies, on a eu un sel très-différent en nature et en vertus. C'est ainsi que Geoffroy, en examinant différens tartres stibiés, y a trouvé depuis $\frac{1}{18}$ jusqu'à plus du quart de leur poids d'oxide d'antimoine. Après un grand nombre d'essais, la plupart des chimistes habiles ont préféré l'oxide d'antimoine sulfuré vitreux, ou le *verre d'antimoine*, à tous les autres oxides, parce qu'il est un des plus dissolubles par l'acidule tartareux. On le fait bouillir avec partie égale d'acidule tartareux, tous deux réduits en poudre, dans suffisante quantité d'eau, huit à dix fois leur poids, jusqu'à ce que l'acidule soit saturé; il s'élève une écume considérable, épaisse et chargée de flocons blancs jaunâtres ou bruns, qui sont un mélange de soufre, de tartrite de chaux et d'un peu d'oxide d'antimoine. Souvent cette écume forme un magma comme gélatineux, qui donne un résidu pyrophorique lorsqu'on le distille. On filtre la liqueur, qui est d'une couleur citrine et très-claire; on la fait évaporer à une douce chaleur jusqu'à légère pellicule, et on la laisse refroidir lentement; il s'y forme des cristaux réguliers, qu'on en retire à plusieurs reprises par des évaporations successives. Quelques chimistes préfèrent l'oxide d'antimoine précipité du muriate sublimé par l'eau, ou l'oxide sulfuré gris, pour cette préparation.

26. Ce composé est un sel triple ou tartrite de potasse et d'antimoine, qui cristallise en tétraèdres réguliers ou pyramides triangulaires, ou en octaèdres plus alongés que ceux de l'alun. Il a une saveur légèrement métallique et âpre : le feu le décompose, en dégage de l'acide pyrotartareux, et laisse un charbon qui contient de la potasse et de l'oxide d'antimoine, et qui souvent prend feu par le contact de l'air. Ce sel s'effleurit à l'air, perd sa transparence, devient d'un blanc mat, très-fragile et pulvérulent. Il est dissoluble dans quatre-vingts parties d'eau à quinze degrés. L'eau bouillante en dissout plus de moitié davantage. La dissolution rougit faiblement la teinture de tournesol. Les terres et les alcalis en séparent un oxide d'antimoine très-blanc : les carbonates alcalins, un carbonate d'antimoine en petits cristaux aiguillés rayonnans. Les sulfures alcalins et les hidrosulfures y forment un précipité d'une couleur orangée, ou un *soufre doré*, dont la couleur fait reconnaître facilement la présence de ce sel antimonié. Les sucs de plantes, et sur-tout les décoctions extractives des bois, des racines et des écorces, précipitent la dissolution de tartrite de potasse et d'antimoine en une matière jaune rougeâtre, qui n'a plus de propriété émétique ; et c'est par une décoction de quinquina que le cit. Berthollet a proposé de détruire promptement les mauvais effets de ce sel reçu en trop grande quantité ou inconsidérément dans l'estomac. Plusieurs métaux, et en particulier le fer, décomposent le tartrite de potasse et d'antimoine, et précipitent ce dernier oxide. Bergman assure qu'il contient près d'un tiers de son poids d'antimoine.

27. L'acidule tartareux peut être combiné de deux manières avec l'oxide de mercure ; car il n'a qu'une faible action sur ce métal, dont il ne fait que favoriser l'oxidation en noir ou l'extinction. La première consiste, suivant le procédé du citoyen Monnet, à traiter avec l'eau bouillante, six parties d'acidule tartareux et une partie d'oxide de mercure précipité de l'acide nitrique par le carbonate de potasse. La liqueur filtrée

donne par l'évaporation de petits cristaux de tartrite de potasse et de mercure. Cependant ce sel est peu permanent, puisque le même auteur assure qu'il est susceptible d'être décomposé par l'eau pure. La seconde méthode consiste à verser une dissolution d'un tartrite dans la dissolution nitrique de mercure : mais ici ce n'est que du tartrite de mercure simple qui se précipite, et il n'y a pas de sel triple formé comme dans le premier cas ; le composé formé appartient donc à l'histoire de l'acide et non à celle de l'acidule tartareux.

28. Il y a une action bien sensible entre l'acidule tartareux et les oxides de plomb. Rouelle le jeune a vérifié que ces oxides ont la propriété de décomposer l'acidule tartareux, d'enlever son acide excédent, et de s'unir avec lui en un tartrite de plomb, blanc, pulvérulent et indissoluble ; de laisser dans la liqueur qui surnage le tartrite de potasse qui existait dans l'acidule tartareux : aussi ce chimiste s'est-il servi de cette expérience pour confirmer la présence de la potasse dans cet acidule.

29. Il paraît que l'acidule tartareux attaque facilement le cuivre et ses oxides, qu'il en résulte un sel triple d'un beau vert, susceptible de cristallisation, qu'on a encore peu examiné jusqu'ici.

30. Le fer est un des métaux sur lesquels cet acidule agit avec le plus d'énergie, et avec lequel il forme plusieurs composés destinés à l'usage médicinal. On prépare le *tartre chalybé* en faisant bouillir dans cent quatre-vingt-douze parties d'eau quatre parties de limaille de fer et six parties d'acidule tartareux. Quand l'acidule paraît dissous, on filtre la liqueur ; elle dépose des cristaux, et on en obtient de nouveaux en continuant l'évaporation. La *teinture de Mars tartarisée* est le produit d'une pâte faite avec six parties de limaille de fer, seize parties d'acidule tartareux, et suffisante quantité d'eau qu'on laisse reposer pendant vingt-quatre heures, qu'on fait bouillir ensuite dans cent quatre-vingt-douze parties d'eau

pendant deux heures, jusqu'à l'évaporer en consistance de sirop, en y ajoutant à la fin une partie d'alcool. Il paraît que ce dernier médicament n'est pas un sel triple, puisque Rouelle assure que la potasse y est libre, et qu'en la traitant avec les acides elle donne les sels que cet alcali a coutume de fournir. On prépare encore ce qu'on nomme les *boules de Mars*, en mettant une partie de limaille d'acier et deux parties de tartre blanc en poudre dans un vaisseau de verre avec une certaine quantité d'eau-de-vie. Quand celle-ci est évaporée, on broie la masse, on y ajoute de l'eau-de-vie comme la première fois, et on laisse sécher. On répète ce procédé jusqu'à ce que le mélange soit gras et tenace: alors on en forme des boules.

D. *Usages.*

31. L'acidule tartareux, sous la forme de tartre brut, blanc ou rouge, est employé dans une foule d'arts, et sur-tout dans la teinture, dans la foulerie des chapeaux, dans la dorure, dans la docimasie, etc. En chimie, c'est une matière extrêmement utile, comme je l'ai fait voir.

32. En médecine, le tartre purifié ou l'acidule tartareux sert beaucoup sous le nom de *crême de tartre*, comme rafraîchissant, antiseptique, léger purgatif. On le rend souvent soluble à l'aide du borax ou de l'acide boracique. On ne peut pas en faire un assaisonnement à cause de sa saveur désagréable. Cependant on le sert sur les tables dans le Nord, où il s'en fait, dit-on, une grande consommation. La plupart des produits ou des composés salins triples, formés par l'acidule tartareux, sont aussi des médicamens plus ou moins avantageux et employés.

ESPÈCE II.

Variété 2. — *De l'acide tartareux.*

A. *Histoire, extraction.*

1. C'est Schéele qui a le premier appris aux chimistes le moyen d'extraire l'acide tartareux du tartre, et de le séparer de la portion de potasse qu'il contient dans son état d'acidule. Il a communiqué son procédé à M. Retzius, qui l'a publié dans les Mémoires de Stockholm pour 1770. C'est la première découverte connue de cet habile Suédois. On fait dissoudre dans de l'eau bouillante la quantité que l'on veut de tartrite acidule de potasse; on y jette du carbonate de chaux en poudre sèche, jusqu'à ce qu'il n'y ait plus d'effervescence, et jusqu'à ce que la liqueur ne rougisse plus le sirop de violettes. On laisse refroidir, on filtre la liqueur, on la sépare ainsi du tartrite de chaux insoluble et en poudre blanche, qui reste sur le filtre; on l'évapore, et on en extrait par l'évaporation près de moitié du poids de l'acidule employé en tartrite de potasse ou *sel végétal*. On met le tartrite de chaux bien lavé dans une grande cucurbite de verre; on verse par-dessus une quantité d'acide sulfurique égale à celle de la craie employée, et affaibli par la moitié de son poids d'eau. On fait digérer ce mélange sur un bain de sable pendant douze heures, en le remuant de temps en temps avec une spatule de bois ou de verre. L'acide sulfurique, porté sur la chaux, forme un sulfate qui se précipite à la place du tartrite insoluble, et la liqueur surnageante contient l'acide tartareux libre. On décante celui-ci; et après avoir bien lavé le précipité et mêlé cette lessive au premier liquide, on l'essaie par de l'acétite de plomb, qui y forme un précipité soluble en entier dans le vinaigre si l'acide tartareux est pur, et non soluble s'il

est mêlé d'acide sulfurique. Dans ce dernier cas, on le fait digérer encore sur un peu de tartrite de chaux pour enlever l'acide sulfurique qui peut y être contenu. Alors on l'évapore, et on obtient un peu plus que le tiers du poids de l'acidule employé en acide tartareux concret.

2. Il est vraisemblable que cet acide existe pur dans quelques végétaux, puisque le citoyen Vauquelin en a trouvé environ un soixante-quatrième dans la pulpe de tamarin; mais il y est si peu abondant et si enveloppé à ce qu'il paraît, qu'on ne peut point espérer encore de trouver des moyens de l'obtenir immédiatement, jusqu'à ce qu'on se soit assuré qu'il y a des plantes ou des parties de plantes dans lesquelles il est contenu plus abondamment que dans celles d'où on l'a extrait, ou plutôt qui en ont offert quelques traces jusqu'ici.

3. Plusieurs chimistes modernes ont parlé de la conversion de quelques substances végétales, et même de quelques acides végétaux en acide tartareux; mais cela n'est point encore confirmé par l'expérience; et d'ailleurs les premiers en ont encore préparé si peu par ce procédé artificiel, qu'on n'a pas pu jusqu'ici faire servir ce procédé à se procurer l'acide dont il est ici question.

4. Il faut observer, par rapport au procédé de Schéele, le seul qui soit pratiqué encore pour obtenir l'acide tartareux libre et pur, que l'on peut employer la chaux au lieu de craie; et qu'alors tout l'acide tartareux étant absorbé par cette terre, d'une part on en obtient davantage, et de l'autre il ne reste dans la liqueur qui surnage le tartrite de chaux que de la potasse pure et caustique. Pour avoir cet acide bien pur, on redissout les premiers cristaux dans l'eau distillée, et on évapore cette seconde dissolution jusqu'à cristallisation.

B. *Propriétés physiques.*

5. L'acide tartareux extrait par le procédé de Schéele, est, sous la forme de cristaux le plus souvent aiguillés, très-fins, qui ressemblent à des cheveux. Bergman les a représentés comme des feuillets assemblés par une de leurs extrémités, et divergens par l'autre. Spielman et Corvinus ont obtenu par le refroidissement des cristaux groupés en forme de lames, les uns en aiguilles, les autres en pyramides. Par une évaporation lente de leur dissolution saturée, j'en ai eu des prismes héxaèdres irréguliers, mais cependant assez bien prononcés. L'évaporation lente et spontanée le donne en lames carrées un peu rhomboïdales à bords obliques.

6. Il a une saveur très-acide, très-piquante, qui agace fortement les dents, et qui n'est pas désagréable dans son acidité comme celle de l'acidule tartareux. Étendu d'eau, il imite la saveur du suc de citron, et peut former une bonne limonade. Il rougit fortement les couleurs bleues végétales : il n'est point fusible sans altération.

C. *Propriétés chimiques.*

7. Quand on l'expose au feu sur des charbons ardens, l'acide tartareux se fond, noircit, fume, se boursoufle, exhale une vapeur aigre piquante, s'enflamme en bleu, et laisse un charbon spongieux, où l'on trouve quelques vestiges de chaux. Si on le distille dans un appareil convenable, il donne de l'eau chargée d'acide pyromuqueux, de l'huile colorée, beaucoup de gaz acide carbonique et de gaz hidrogène carboné : il laisse un charbon volumineux boursouflé, qui ne donne point de potasse, preuve certaine que cet alcali n'est pas formé aux dépens des principes de l'acide tartareux dans la distillation de l'acidule tartareux, des résultats de laquelle

il ne diffère que par l'absence de l'ammoniaque dans ses produits et de la potasse dans son résidu. Spielman et Corvinus, qui ont distillé avec soin quatre onces de cet acide concret, et cristallisé à l'appareil pneumato-chimique, ont obtenu quatre cent trente-un pouces cubiques de gaz acide carbonique, et cent vingt pouces de gaz hidrogène carboné.

8. Parmi les produits de cette décomposition de l'acide tartareux par le feu, celui qui le caractérise le plus et qui lui appartient spécifiquement, est l'eau acide qu'on obtient absolument comme de l'acidule. C'est l'acide pyrotartareux, dont je dois faire connaître ici les propriétés distinctives. L'acide tartareux en fournit plus que l'acidule; il va au moins au quart du poids du premier; il est en liqueur rougeâtre qu'on sépare d'avec l'huile par l'entonnoir. On ne peut pas le rectifier par la distillation sans briser la cornue, par l'espèce d'explosion qu'il présente, suivant les académiciens de Dijon. Ce fait prouve que l'acide est moins volatil que l'eau, et qu'il ne s'en sépare que très-difficilement. Il a une saveur aigre légère, et produit une impression désagréable sur la langue. Il est fortement empyreumatique; il rougit le tournesol et non le sirop de violettes; il dégage vivement l'acide carbonique des carbonates terreux et alcalins; il forme avec les alcalis des sels dissolubles et cristallisables. On ne connaît pas bien ses combinaisons salines, non plus que celles qu'il est susceptible de donner avec les oxides des métaux: il précipite la dissolution nitrique d'argent en gris blanc; celle de mercure en poudre blanche, qui ne se dépose que lentement; celle de plomb, également en blanc. Les pyrotartrites alcalins, distillés avec l'acide sulfurique, donnent leur acide qui se volatilise. Il serait fort à desirer qu'on eût examiné cet acide ainsi recueilli et rectifié. On ne connaît point les attractions de l'acide pyrotartareux; et le peu qu'on sait encore de ses propriétés suffit seulement pour le distinguer de tous les autres acides, pour faire voir que ce n'est ni de l'acide nitrique

ni de l'acide muriatique, comme l'avaient d'abord pensé quelques chimistes. Il est seulement évident que cet acide est une simple modification du tartareux, que, comme lui et les autres acides végétaux, il est composé de carbone, d'hidrogène et d'oxigène, et qu'il en diffère par la proportion de ses principes, sur-tout par la quantité plus grande d'hidrogène.

9. L'acide tartareux ne s'altère point à l'air ; il est bien plus dissoluble dans l'eau que son acidule, puisque Bergman en a fait une dissolution dont la pesanteur était à celle de l'eau : : 1230 : 1000. On l'obtient séparé et cristallisé par l'évaporation de son eau de solution, soit qu'on la fasse artificiellement, soit qu'on la laisse s'opérer spontanément. Cette dissolution ne s'altère et ne se décompose spontanément que quand elle est étendue d'eau ; concentrée, elle ne perd rien de sa nature acide et de ses propriétés.

10. Bergman croyait que l'acide tartareux était inaltérable par les acides puissans ou minéraux, et sur-tout par l'acide nitrique ; mais M. Hermstadt est parvenu à le convertir en acide oxalique, en le distillant plusieurs fois de suite avec six fois son poids d'acide nitrique ; 360 parties d'acide tartareux lui ont donné 560 parties d'acide oxalique cristallisé : ce qui indique la fixation d'une grande quantité d'oxigène.

11. L'acide tartareux forme avec la barite et la chaux des sels indissolubles, pulvérulens, blancs, qui se dissolvent cependant à l'aide d'un excès de leur acide, et que les acides minéraux décomposent. Non seulement ces deux bases ont plus d'attraction avec l'acide tartareux que toutes les autres, mais Bergman place encore la magnésie avant les alcalis dans sa Table des attractions électives. Le tartrite de chaux sert, comme on l'a vu, à extraire l'acide tartareux par le moyen de l'acide sulfurique.

12. La combinaison de l'acide tartareux avec la magnésie et l'alumine ne donne point de sels cristallisables, mais des masses gélatiniformes ou gommeuses. Le citoyen Vauquelin,

en examinant le sulfate de strontiane trouvé à Bouvron, département de la Meurthe, et les combinaisons de la base qu'il en a tirée, dit que le tartrite de strontiane formé par l'union du muriate de cette terre avec le tartrite de potasse, est soluble, et cristallise par la chaleur de l'ébullition, qu'il contient 52.88 de strontiane et 47.12 d'acide.

13. Quand on unit l'acide tartareux avec la potasse, la soude et l'ammoniaque, en employant une proportion de ces dernières moindre qu'il n'en faut pour le saturer, il se précipite dans les trois combinaisons un acidule insoluble que chacune des bases a la propriété de former. On n'a point encore examiné les différences que présente chacun de ces acidules; et leur analogie a seulement prouvé que l'acide tartareux, dans sa demi-saturation par chaque alcali, devenait infiniment moins soluble que ne l'est l'acide seul, ou sa combinaison entièrement saturée avec l'un ou l'autre de ces trois alcalis. Ces acidules se ressemblent tous en ce qu'ils sont également indécomposables par les acides puissans, qui ont tous moins d'attraction avec les alcalis que l'acide tartareux n'en a avec la première portion qui s'y unit.

14. L'acide tartareux, combiné avec la potasse, et entièrement saturé, forme un sel soluble qu'on nommait autrefois *tartre soluble*, *sel végétal*, et qui est désigné dans la nouvelle nomenclature sous le nom de *tartrite de potasse*. On a vu plus haut que l'acidule tartareux, qui est déja du tartrite de potasse avec excès d'acide, donne ce même sel par l'addition de potasse : je l'ai déja indiqué, et j'ai annoncé que j'en parlerais dans l'histoire de l'acide tartareux. Je vais donc en exposer les principales propriétés. On le prépare en jetant de l'acidule tartareux dans une dissolution chaude de carbonate de potasse : il se fait une vive effervescence par le dégagement de l'acide carbonique. On continue à jeter de l'acidule jusqu'à ce que la liqueur soit saturée et ne fasse plus d'effervescence : on la fait bouillir pendant environ une

demi-heure ; on filtre, on évapore ensuite jusqu'à pellicule, et on la laisse refroidir lentement : il s'y forme des cristaux en carrés longs, terminés par deux biseaux. Ce sel a une saveur amère ; il se fond, se boursoufle et noircit sur les charbons ardens. Il donne de l'acide pyromuqueux, de l'huile et beaucoup de gaz par la distillation ; il laisse une grande quantité d'alcali dans son charbon ; il attire un peu l'humidité de l'air ; il se dissout dans quatre parties d'eau à quarante degrés. Sa dissolution gardée se décompose, dépose des flocons muqueux, et laisse du carbonate de potasse huileux dans l'eau. La chaux, la barite, la strontiane, et vraisemblablement la magnésie le décomposent. Les trois premières bases y forment un précipité abondant. Les acides minéraux en séparent la portion de potasse excédente à l'état de tartrite acidule, et précipitent cet acidule de sa dissolution : chauffés long-temps et fortement avec lui, ils en enlèvent toute la potasse en altérant son acide : il décompose la plupart des dissolutions métalliques. L'acide tartareux, ajouté à la dissolution de tartrite de potasse, le change en acidule tartareux qui se dépose promptement en petits cristaux.

15. La combinaison saturée d'acide tartareux et de soude, ou le tartrite de soude pur, est beaucoup moins soluble que le sel de Seignette ou tartrite triple de potasse et de soude ; il cristallise en aiguilles très-fines ou en plaques minces, et non en gros prismes à huit pans comme ce dernier. Et d'ailleurs la preuve que ce n'est pas de véritable sel de Seignette, c'est qu'en mêlant une dissolution de tartrite de potasse avec une dissolution de ce tartrite de soude pur, pourvu qu'elles soient l'une et l'autre concentrées sans cependant cristalliser, on obtient sur-le-champ des cristaux de sel de Seignette ou de tartrite de potasse et de soude en prismes en huit pans, comme ceux de ce sel triple.

16. Le tartrite ammoniacal ou l'acide tartareux saturé d'ammoniaque cristallise bien. Ce sel amer très-dissoluble est dé-

composable par le feu, par la barite, la strontiane, la chaux, la magnésie, les deux alcalis fixes. Les acides puissans en précipitent un tartrite ammoniacal acidule. Sa dissolution est aussi spontanément décomposable à l'aide du temps.

17. L'acide tartareux décompose tous les sels alcalins, et leur enlève la portion de potasse, de soude et d'ammoniaque dont il a besoin pour former des acidules. Il précipite le nitrate, le muriate et l'acétite de chaux dont il sépare cette base terreuse. Il est facile de voir qu'il n'est pas à beaucoup près aussi faible qu'on le croyait autrefois, puisqu'il a plus de force que les acides minéraux.

18. Il n'y a qu'un petit nombre de métaux sur lesquels il ait de l'action immédiatement ; mais il s'unit à la plupart de leurs oxides.

A. On ne connaît point de tartrite d'arsenic, de tungstène, de molybdène, de chrome, de titane, d'urane, de cobalt, de nickel.

B. Il forme, avec l'oxide de manganèse dont il dégage une portion de l'oxigène, une dissolution limpide.

C. Il n'agit point sur l'antimoine, même à l'aide de la chaleur ; il se combine bien avec ses oxides sur-tout le sulfure vitreux ou verre d'antimoine et la *poudre d'algaroth ;* il forme un tartrite d'antimoine qui ne cristallise que très-peu, très-irrégulièrement, et qui donne, pour la plus grande partie, une matière gélatineuse : d'où il suit que cette combinaison, fort différente du tartrite de potasse antimonié, ne peut pas lui être substituée.

D. Il n'a point d'effet sur le bismuth, mais il enlève son oxide à la dissolution nitrique, et il forme un tartrite de bismuth précipité en poudre blanche et indissoluble.

E. L'acide tartareux, quand on le triture sec ou liquide avec le mercure, favorise son extinction ou son oxidation en noir. Il s'unit à son oxide rouge qu'il blanchit ; il décompose et précipite le nitrate de mercure, et forme, avec son oxide, un tar-

trite de mercure indissoluble, qui jaunit promptement par le contact de l'air et de la lumière. Il n'agit ni sur le sulfate, ni sur le muriate de ce métal.

F. Il attaque vivement et fortement le zinc, qui présente, par son contact, une effervescence et un dégagement assez rapides de gaz hidrogène. On n'a point encore examiné le tartrite de zinc qui se forme.

G. Il n'a d'action directe ni sur l'étain, ni sur le plomb, quoiqu'il paraisse s'unir à leurs oxides. Il blanchit, par le seul contact, l'oxide rouge de plomb. Il décompose et précipite le nitrate et le muriate de ce dernier métal en un tartrite blanc indissoluble.

H. Il agit sur le fer comme sur le zinc, le dissout avec effervescence et dégagement de gaz hidrogène, et donne une dissolution rouge qui se prend en masse gélatineuse sans se cristalliser. Versé dans la dissolution de sulfate de fer, il ne la précipite point; mais quand on fait chauffer le mélange, suivant M. Retzius, il s'empare de la portion d'oxide qui se détache de ce sel, et forme avec lui des cristaux lamelleux, peu dissolubles, qui, d'après le même chimiste, ne précipitent point par les prussiates, à moins qu'on n'ajoute de l'acide du nitre.

I. Sans altérer sensiblement le cuivre par son premier contact, il s'unit à ses oxides et forme un sel peu dissoluble, de couleur verte. M. Paeken a vu se former de petits cristaux verts, irréguliers, au fond des dissolutions nitrique et muriatique de cuivre, dans lesquelles il avait versé de l'acide tartareux qui n'y avait produit aucun effet sensible dans le moment même du mélange.

K. Il n'attaque ni l'argent, ni l'or, ni le platine, et ne précipite pas la dissolution nitrique du premier, et le nitro-muriate du second. Cependant les sels saturés opèrent ces précipitations, comme celle de tous les autres sels métalliques, par une double attraction.

L. En général tous les tartrites métalliques, la plupart pul-

vérulens et peu solubles, donnent de l'acide pyrotartareux par la distillation, sont décomposés par les terres et les alcalis, forment beaucoup de tartrites triples par l'addition d'une petite proportion de ces derniers, cèdent toujours leurs oxides à l'acide sulfurique, quelquefois au muriatique, rarement au nitrique. Aucuns ne sont encore employés.

19. L'acide tartareux est un des plus forts acides végétaux; il ne le cède qu'à l'acide oxalique. Comparé aux autres acides végétaux, il paraît spécialement en différer par les proportions de ses principes, et sur-tout par celle du carbone. Nous avons trouvé dans nos analyses, le citoyen Vauquelin et moi, que 100 parties de cet acide contiennent 70.5 d'oxigène, 19 de carbone, et 10.5 d'hidrogène. D'où il suit que pour le convertir en acide oxalique, il semble qu'il n'y ait que 6 parties de carbone à lui enlever et 6.5 d'oxigène à y ajouter sans rien changer à sa proportion d'hidrogène, qui est la même que dans l'acide oxalique.

D. *Usages.*

20. On n'a point encore fait un grand usage de l'acide tartareux pur, quoique connu depuis 1770 : on le prépare presque uniquement jusqu'ici dans les laboratoires de chimie pour en déterminer les propriétés et la nature. Il peut cependant servir de boisson rafraîchissante, antiseptique, antifébrile; et dans la guerre de la liberté on en a fait un assez grand et un très-avantageux usage dans les hôpitaux militaires de la République française. Il forme, étendu d'eau et édulcoré avec le sucre ou le miel, une espèce de limonade très-agréable et très-saine, preuve convaincante que le goût fade et déplaisant de l'acidule tartareux tient entièrement à sa demi-saturation par la potasse. Puisque cet acide peut devenir un objet aussi utile, il est essentiel d'ajouter un degré, léger à la vérité, mais utile, de perfectionnement à l'art de raffiner le tartre, à celui d'en préparer pharmaceutiquement les combi-

naisons salines et médicinales. On a vu qu'il se sépare, dans ces opérations, au moins 0.07 de la crême de tartre, et par conséquent une beaucoup plus grande quantité de tartrite de chaux en poudre insoluble ou en pâte visqueuse du tartre, et que cette matière a été bien reconnue par le citoyen Vauquelin. On pourra dorénavant la recueillir dans les travaux cités, la bien laver, la traiter par l'acide sulfurique étendu d'eau, et en extraire l'acide tartareux pur, qu'il sera facile de conserver et de rendre sous sa forme solide et cristalline, ou en lui donnant la nature de sirop à l'aide du sucre, pour le substituer au sirop de limon.

§. IV.

Du troisième genre des acides végétaux; ou des acides empyreumatiques.

1. J'ai déja fait voir qu'un grand nombre de substances végétales, chauffées dans des vaisseaux fermés, donnaient à la distillation des liqueurs acides qui n'existaient pas dans ces substances avant l'action du feu, et que celle-ci a véritablement produites. Il n'est pas nécessaire de revenir ici sur l'explication de ce phénomène, et de rappeler que c'est par un changement entre les principes, et par une union particulière entre l'hidrogène, le carbone et l'oxigène, que cette production des acides empyreumatiques a lieu.

2. Il est plus essentiel de remarquer que ces acides, quoique différens entre eux, ont cependant quelques caractères génériques qui les rapprochent. Ils tirent ces propriétés caractéristiques de la nature même du phénomène qui leur a donné naissance; ils ont tous une saveur de brûlé, une âcreté fétide particulière, que les chimistes nommaient depuis long-temps *empyreume*. C'est manifestement la même que celle qui distingue les huiles produites par la distillation, et qui sont aussi dési-

gnées par l'expression d'huiles empyreumatiques. Aussi voit-on que les substances qui donnent ces acides sont en même temps susceptibles de fournir de l'huile brûlée, et que les matières qui ne donnent point d'huile ne fournissent pas d'acides. C'est ainsi que l'acide citrique, et sur-tout l'acide oxalique, n'offrant dans leur distillation aucune trace d'huile, n'en présentent non plus aucune d'acide, tandis que l'acide tartareux d'où l'on extrait une quantité très-sensible d'huile, donne en même temps de l'acide pyrotartareux.

3. On ne connaît encore que trois acides empyreumatiques, quoiqu'il soit très-vraisemblable qu'on en trouvera plusieurs autres en examinant bien les produits d'un plus grand nombre de végétaux qu'on ne l'a fait encore, surtout lorsqu'on réfléchit que les chimistes, frappés depuis bien long-temps de la propriété dont jouissent les matières végétales de donner des liqueurs acides par la distillation, ont cru devoir en faire un des caractères les plus propres à distinguer ces matières des substances animales.

Les trois espèces d'acides empyreumatiques jusqu'ici connues, sont le *pyromuqueux*, le *pyrotartareux* et le *pyroligneux*.

Espèce I.

Acide pyromuqueux.

1. J'ai déja décrit cet acide dans l'histoire des corps muqueux et du sucre auxquels il appartient, comme un produit constant de l'action que le feu exerce sur eux. Je ne rappellerai ici d'autres traits de ses propriétés que ce qui peut le caractériser en le comparant aux deux autres, et ce qui tient à sa formation. L'une et l'autre de ces considérations doivent conduire à mieux connaître la nature de ses produits, et les caractères qui les rapprochent ou les éloignent des autres genres de ces composés.

2. Quant à l'origine ou à la formation de l'acide pyromuqueux, en rassemblant sous un même genre les divers matériaux immédiats des végétaux qui donnent cette espèce d'acide par la distillation ou l'action du feu en général, la gomme, les mucilages, les corps sucrés, les fécules amilacées, on voit qu'ils ont quatre caractères très-prononcés et très-remarquables; l'un d'être doux, fades ou insipides; le second, de former, avec l'eau froide ou chaude, des corps gélatineux; le troisième, de contenir et de donner beaucoup de charbon dans leur analyse; le quatrième, de se convertir tous en acides malique et oxalique, et quelques-uns d'abord en acide muqueux ou sachlactique. Il est bien évident que ces quatre propriétés sont bien concordantes avec celle de fournir l'acide pyromuqueux, qu'elles dépendent de la même cause, de la même composition primitive, d'un rapport très-rapproché entre les proportions de leurs élémens.

3. L'acide pyromuqueux est caractérisé par sa couleur rougeâtre ou brune, sa saveur piquante, qui, quoique empyreumatique en général, est différente de celle des deux autres produits acides du feu, son odeur également prononcée et particulière, sa propriété de tacher la peau en rouge, les sels qu'il forme avec les diverses bases, ses attractions pour ces bases, la trace charbonneuse qu'il laisse sur les vaisseaux toutes les fois qu'on le chauffe. Il n'est pas douteux qu'il est composé de carbone et d'hidrogène unis à l'oxigène; mais on ignore encore les proportions de ces principes. On sait que par sa dernière décomposition il donne de l'eau, de l'acide carbonique et du charbon isolé.

ESPÈCE II.

Acide pyrotartareux.

1. L'acidule tartareux et l'acide qui en est extrait donnent,

comme je l'ai dit, un acide particulier par la distillation, et cet acide n'a pas plus d'analogie de propriétés avec celui d'où il provient, qu'on n'en trouve entre l'acide pyromuqueux et les substances qui le fournissent. J'ai indiqué les caractères de cet acide empyreumatique; on a vu que son odeur, sa saveur, et spécialement les sels qu'il forme avec les bases terreuses, alcalines et métalliques, le distinguaient de tous les autres, et avaient, dans tous les temps, engagé les chimistes à le reconnaître comme un produit particulier.

2. Ce qu'il y a de bien remarquable dans la production de cet acide pyrotartareux, c'est qu'il n'est fourni que par l'acide tartareux, et par les composés dans lesquels il entre. On trouvera la cause de ce phénomène, par lequel l'acide pyrotartareux diffère encore beaucoup du pyromuqueux, lorsqu'on fera l'analyse de ces deux acides, et lorsqu'on déterminera la proportion des principes qui entrent dans leur composition.

Espèce III.

Acide pyroligneux.

1. L'acide pyroligneux se rapproche du pyrotartareux en ce qu'il n'y a qu'une substance végétale particulière qui le fournit par l'action du feu, c'est le ligneux ou le bois, comme son nom l'exprime. Je ne traiterai pas non plus de cet acide ici, parce que son histoire doit être placée à celle du ligneux, à laquelle elle appartient. Je dirai seulement que l'acide pyroligneux, fourni par tous les bois distillés, est bien caractérisé par son odeur particulière, par sa propriété colorante, par les sels qu'il forme avec les terres et les alcalis. La différence de cet acide d'avec les deux précédens dépend de la nature primitive et très-diverse du corps ligneux d'avec les mucilages et l'acide tartareux.

§. V.

Du quatrième genre des acides végétaux ; ou des acides factices qui n'ont point encore été trouvés dans la nature.

1. Dans l'ingénieuse manière de traiter les substances végétales par les acides puissans, et sur-tout par l'acide nitrique, découverte en 1776 par l'illustre Bergman, on convertit ces substances en plusieurs acides qui n'existaient pas auparavant, et j'ai fait voir que cette conversion était due au changement de proportion des principes, occasionné par l'oxigène de l'acide qui se porte sur la substance végétale. Dans ce mode d'action, expliquée par la doctrine pneumatique, il y a deux genres d'acides formés : les uns sont entièrement semblables à des acides reconnus dans les végétaux ; les autres sont au contraire tout-à-fait différens de tous ceux qu'on trouve dans les diverses substances végétales, ou au moins de ceux qu'on a trouvés jusqu'ici, car il ne faut pas confondre les bornes de l'art avec celles de la nature. Ce sont ceux-ci qui forment le quatrième genre que je distingue.

2. Il n'est pas difficile de concevoir, d'après ce que j'ai exposé jusqu'ici, qu'ils tirent leur origine d'une matière ou de quelques matières primitivement différentes de celles qui fournissent les suivans ; et en effet l'un d'entre eux, quoique pouvant provenir de plusieurs analogues, a cependant en quelque sorte une étroite limite de formation : c'est l'acide muqueux ou sachlactique ; les deux autres ne sont produits chacun que par une des matières particulières qu'on nomme matériaux immédiats des végétaux : l'un avec le camphre, et on le nomme à cause de cela *acide camphorique ;* l'autre avec le liége ou l'épiderme des écorces, que je nomme en

général *suber*, et on l'appelle, en raison de cette origine, *acide subérique*.

Espèce I.

Acide muqueux.

1. J'ai déja donné, dans l'histoire de la gomme, l'exposé des propriétés de l'acide muqueux ou sachalctique : sans revenir ici sur ce que j'en ai dit, je me contenterai de rappeler que les mucilages fades sont les seules substances qui fournissent cet acide, découvert d'abord par Schéele, et qu'il avait cru quelque temps particulier au sucre de lait ; que le corps sucré n'en donne point par l'action de l'acide nitrique, et qu'il se distingue de tous les autres acides artificiels, par son état pulvérulent, son peu de dissolubilité, sa saveur faible, ainsi que par ses composés salins.

2. On ne connaît point encore la proportion exacte de ses principes, et on ne sait pas comment il diffère à cet égard de tous les autres acides végétaux. On peut soupçonner qu'il contient une très-grande proportion de carbone, et que c'est à ce principe surabondant qu'est dû son état sec, son insipidité, son indissolubilité, son inaltérabilité, et toutes les autres propriétés qui le caractérisent.

C'est donc encore un acide trop peu connu et qui mérite d'être examiné avec beaucoup de soin, sur-tout dans sa comparaison avec les autres espèces d'acides à radicaux binaires, à carbone hidrogéné ou à hidrogène carboné.

ESPÈCE II.

Acide camphorique.

1. Celui-ci n'est jamais formé qu'aux dépens du camphre ; j'en remets l'histoire à celle de cette matière : j'observerai seulement ici que, produit par une forte et longue action de l'acide nitrique, il jouit de propriétés bien caractérisées comme un acide particulier ; qu'il se rapproche de l'acide benzoïque, avec lequel même plusieurs chimistes modernes ont pensé qu'on devait le confondre ; mais qu'il en différerait, quand il n'aurait d'autre propriété distinctive que celle de n'être pas séparé de sa dissolution alcoolique par l'eau, tandis que le benzoïque l'est très-facilement. Au reste j'y montrerai par la suite beaucoup d'autres propriétés caractéristiques.

ESPÈCE III.

Acide subérique.

1. Il en est de même de l'acide subérique, produit constant de l'action de l'acide nitrique sur le liége : une fois formé, il jouit de propriétés qui l'éloignent de tous les autres acides artificiels. Son odeur, sa décomposition par le feu, sa manière de se séparer d'une substance graisseuse au moment où il se forme, sont des caractères bien prononcés et bien distinctifs de son espèce, sans parler des autres propriétés individuelles que j'y ferai connaître plus bas.

§. VI.

Du cinquième genre des acides végétaux ; ou des acides artificiels imitant ceux de la nature.

1. Je ne saurais trop insister et revenir un trop grand nombre de fois sur l'importante découverte de l'acidification

artificielle, et sur le rapprochement qui existe, sinon entre les procédés, au moins entre les résultats des efforts de l'art et du travail de la nature. Il est extrêmement frappant dans la conversion des matières végétales non acides en substances acides parfaitement semblables à celle que crée la végétation. Cette identité prouve que le changement arrivé dans ces matières, lors de leur passage factice à l'état d'acides, est le même que celui qu'elles éprouvent dans la nature.

2. On a cité trois acides végétaux formés par les tentatives de l'art : outre l'acide oxalique, d'abord nommé acide du sucre, et trouvé parfaitement analogue à celui de l'oseille, etc. on a compté dans cet ordre l'acide malique et l'acide tartareux. Je vais dire ici un mot de chacun de ces acides factices, dont j'ai déja parlé, ou que j'ai décrits comme acides natifs.

Espèce I.

Acide malique factice.

1. Schéele est le premier qui a dit avoir converti des substances végétales fades ou non acides en acide malique. Il a même trouvé que toutes celles qui donnaient de l'acide oxalique par l'acide nitrique étaient en même temps susceptibles de fournir de l'acide malique. M. Hermstadt a considéré ensuite l'acide malique factice comme une espèce de préliminaire de l'acide oxalique, puisqu'il se produit en même temps que lui d'une part, et puisque de l'autre il peut passer lui-même à l'état d'acide oxalique.

2. Il a été découvert depuis Schéele que l'acide muriatique oxigéné a la propriété de convertir les substances végétales fades en acide malique, plus promptement encore que ne le fait l'acide nitrique, et que cette conversion est plus permanente, qu'elle passe moins facilement à l'état d'acide oxalique, que lorsqu'elle a lieu par l'acide nitrique. Il suffit de

jeter et d'agiter pendant quelque temps de la gomme en poudre dans de l'acide muriatique oxigéné liquide, pour la changer en acide malique.

ESPÈCE II.

Acide tartareux factice.

1. C'est à MM. Crell et Hermstadt qu'il faut rapporter l'opinion de la possibilité de former artificiellement l'acide tartareux. Ils ont assuré être parvenus à opérer cette conversion par le moyen de l'acide nitrique ; mais aucun chimiste n'en a parlé depuis eux, et n'a confirmé leur premier résultat. On ne peut cependant en nier la possibilité sans avoir des expériences exactes à opposer à leur assertion ; et rien ne s'oppose à ce qu'on puisse faire cet acide par l'art, comme on en fabrique plusieurs autres.

ESPÈCE III.

Acide oxalique factice.

1. C'est celui de tous les acides existant dans la nature que l'art imite ou fabrique avec le plus de facilité et d'abondance. Outre le muqueux et le sucre dont j'ai indiqué la conversion facile en cet acide par le moyen de l'acide nitrique, on verra, par la suite, qu'un grand nombre de substances végétales et animales ont également la propriété de le fournir par l'action du même acide. J'en ai examiné soigneusement les propriétés précédemment ; je n'ajouterai ici autre chose que ses caractères les plus distinctifs fondés sur sa cristallisabilité, sa décomposition rapide en eau et en acide carbonique, son attraction pour la chaux supérieure à celle de tous les autres acides, et le sel indissoluble qu'il forme avec cette base, soit lorsqu'on l'y combine immédiatement, soit lorsqu'il l'enlève à quelqu'autre acide que ce soit.

§. VII.

Du sixième genre des acides végétaux ; ou des acides produits par la fermentation.

1. Rien n'est si commun que de voir des matières végétales devenir spontanément acides par un mouvement spontané dans leur propre substance. Outre les fécules amylacées, les liqueurs vineuses, etc. les tiges, les feuilles macérées dans l'eau, passent promptement à la nature acide ; les racines éprouvent la même altération. Ce sont là de véritables acides fermentés qui se forment dans cette circonstance, et on a même tiré de leur formation un caractère bien prononcé des substances végétales, en les appelant *acescentes*.

2. Malgré la multiplicité des matières végétales qui deviennent acides par la fermentation ; malgré la présomption très-naturelle qui porte à croire qu'il se forme plusieurs acides différens par ce mouvement intestin, on n'a encore distingué que deux acides parmi ces produits. Encore l'un des deux, l'acide acétique, n'est-il qu'une modification de l'acéteux.

Espèce I.

Acide acéteux.

1. Les propriétés de cet acide devant être exposées en détail à l'article de la fermentation acide, je me contenterai d'observer ici que cet acide n'est pas constamment le produit d'une fermentation ; qu'il n'est pas toujours l'effet de l'aigreur d'un vin ; que souvent il provient de l'altération produite dans les substances végétales par l'acide sulfurique ou muriatique.

ESPÈCE II.

Acide acétique.

1. Quoique l'acide acétique, dont l'histoire suivra celle du précédent, soit rangé ici comme produit de la fermentation, il n'est jamais que la suite de l'acidification, et il succède à la formation de l'acide acéteux, dont il ne diffère, comme on le verra, que par une modification particulière.

ARTICLE VIII.

Du cinquième des matériaux immédiats des végétaux : de la fécule.

A. *Siége.*

1. On nomme fécule en chimie la matière sèche, pulvérulente et spécialement blanche, qui se précipite des eaux dans lesquelles on a délayé plusieurs parenchymes des végétaux. Quoique ce nom ait été donné aussi aux corps fibreux qui troublent la transparence des sucs exprimés des plantes, d'après le mot latin *fex*, *feces* (*ordure*); quoique ce soit d'après cette expression qu'on ait dit *défféquer* les sucs pour les priver ou les débarrasser en effet de leur fécule, on ne confond plus aujourd'hui ce débris de fibres végétales qui appartient à la matière ligneuse, avec la fécule proprement dite. C'est pour cela qu'on a proposé de désigner celle-ci par l'expression de *fécule amilacée*, parce que l'amidon est en effet la première et la plus connue de ces matières.

2. La fécule proprement dite, ou la fécule amilacée, se rencontre dans divers organes des végétaux ; elle existe dans toutes les racines tubéreuses, telles que la pomme de terre, celles d'orchis, de bryone, de manioque, etc. On voit que la classe de ces racines féculentes doit être extrêmement nombreuse et variée, et qu'en général on peut les reconnaître à leur parenchyme cassant, comme grenu, facile à écraser, à réduire en pâte douce sous le doigt, et présentant dans cette pâte, quand on l'expose au grand jour ou aux rayons du soleil, un tissu brillant, satiné ou comme argenté. On peut s'assurer encore de l'existence de la fécule dans les racines, à la propriété qu'elles ont, lorsqu'on les a broyées, de donner à l'eau dans laquelle on les agite une opacité laiteuse, comme je le ferai bientôt connaître plus en détail. Enfin, ces racines, plus ou moins chargées de fécule, sont encore caractérisées par la propriété de devenir cassantes, et plus ou moins demi-transparentes quand on les sèche, soit par leur exposition à un soleil ardent, soit à la chaleur d'un four médiocrement chauffé.

3. Il y a des tiges de plantes, ou plutôt des troncs d'arbres, qui contiennent une quantité plus ou moins considérable de fécule : tels sont sur-tout les troncs de palmier, et sans doute un beaucoup plus grand nombre d'arbres ou de plantes encore qui ne sont pas connus, et qui fournissent dans quelques climats une nourriture abondante aux hommes et aux animaux. Il n'y a encore que quelques espèces de palmiers, et sur-tout le tronc du *cycas circinnalis*, d'où les peuples de l'Asie connus par les voyageurs et les philosophes européens tirent une quantité assez considérable de fécule, comme je le ferai voir plus bas.

4. En énumérant les parties végétales qui fournissent de la fécule, je ne dois pas oublier de faire observer qu'on n'en extrait ni des feuilles ni des fleurs, et que ce qu'on nomme quelquefois fécule, et qu'on sépare du suc des pre-

miers de ces organes, n'est qu'une portion déchirée du tissu fibreux ou du corps ligneux qui en troublait la transparence : ainsi, comme je l'ai déja indiqué, cette fécule fibreuse ne doit pas être confondue avec la véritable fécule amilacée ; et rien n'est plus propre à bien fixer leur différence que de reconnaître que les feuilles proprement dites, ni les fleurs, ne contiennent point de cette dernière.

5. Quelques fruits, et spécialement tous ceux qui sont charnus, parenchymateux, cassans, susceptibles d'être desséchés ou bien cuits, et ramollis par l'eau chaude en espèce de gelée demi-transparente, contiennent une quantité plus ou moins remarquable de véritable fécule, quoique les chimistes ne l'aient presque point fait remarquer jusqu'ici, parce qu'ils savaient qu'on ne l'en extrait point, et qu'elle ne peut pas être préparée et employée comme les autres fécules. Et en effet ces fruits sont en même temps plus ou moins pulpeux, sucrés, muqueux, mélangés d'une si grande quantité de mucilage fade ou sucré, auquel la fécule adhère intimement, qu'il serait trop difficile de la retirer de ces mélanges intimes pour les usages économiques : mais il n'en est pas moins vrai que quand on a séparé ces corps dissolubles et visqueux par des opérations chimiques, par une expression et un lavage exacts, il reste une matière blanche, en pâte cassante, mélangée encore de matière fibreuse et ligneuse, mais qui contient de la fécule amilacée, plus dure, plus rude à la vérité que celle qui est formée par les autres parties des plantes.

6. Les semences ou les graines semblent être les organes végétaux où la nature a déposé la plus grande quantité de fécule amilacée ; et comme c'est dans ces corps que les animaux trouvent la nourriture la plus abondante, on reconnaît aussi par l'observation que cette matière est destinée par la nature à servir d'aliment à l'embryon végétal. Il y a même des semences, et spécialement celles des graminées, qui sem-

blent être entièrement formées de cette matière féculente ; aussi est-ce de ce genre de parties que l'on extrait et le plus pur et le plus abondant amidon. Dans beaucoup d'autres graines la fécule amilacée est mêlée avec des parties colorantes, des extraits, du mucilage, de l'huile. C'est en cela que consiste la différence chimique qui existe entre les différens genres de semences.

7. Enfin il y a quelques espèces de végétaux dont tout l'ensemble, toutes les parties semblent être tissues de matière féculente, ou en contenir une si grande abondance, qu'ils servent tout entiers à former de véritables farines. Tel paraît être spécialement le genre du lichen, parmi les espèces duquel on distingue spécialement le *lichen islandicus*, dont on forme une espèce de pain dans l'Islande, le *lichen rangiferinus*, qui nourrit si facilement les rennes. Telles paraissent être encore plusieurs espèces de fougères, dont la tige ou les racines fournissent aux habitans de plusieurs îles de la mer du Sud un aliment qui se rapproche beaucoup de nos farineux, et qui se convertit, par sa cuisson, en une sorte de galette ou de pâte savoureuse analogue à notre pain de froment.

B. *Extraction.*

8. On extrait la fécule amilacée par le simple broiement des parties végétales qui la contiennent, et l'agitation de ces parties broyées dans l'eau. Souvent la fécule se trouve mêlée de deux genres de substances : les unes dissolubles dans l'eau ; celles-ci restent en dissolution dans la liqueur surnageante ; les autres, non dissolubles dans ce liquide, sont parenchymateuses, fibreuses et ligneuses. Ces dernières, beaucoup plus lourdes que la fécule, et beaucoup plus grossières qu'elle, se déposent les premières en flocons et laissent l'amidon suspendu en poudre blanche, très-fine et très-légère dans l'eau, qui est alors trouble comme du lait.

9. Pour séparer cette matière parenchymateuse, grossière et lourde, d'avec la fécule pulvérulente, et bien long-temps suspensible dans l'eau, on use d'un moyen très-simple et très-commode. Après avoir rapé la racine féculente, on met la pulpe floconneuse qui en provient sur un tamis de crin un peu serré ; on jette de l'eau sur cette pulpe, qu'on malaxe avec la main, ou qu'on frotte avec une spatule arrondie. L'eau, en s'interposant entre les molécules de cette pulpe parenchymateuse, en détache, en la touchant de toute part, la fécule qui l'enveloppe, et l'entraîne avec elle à travers les mailles du tamis. On continue ce lavage et cette agitation jusqu'à ce que l'eau coule sans blancheur, c'est-à-dire qu'elle ait enlevé toute la fécule ; il reste alors sur le filtre une portion parenchymateuse grise ou demi-transparente. L'eau qui passe à travers le tamis tombe dans le vase, où on la reçoit trouble et blanche comme du lait ; elle dépose avec le temps toute la fécule qu'elle contient, en une couche blanche qui occupe le fond du vase, qui diminue d'épaisseur à mesure que ses molécules se rapprochent, qui reste épaisse et comme une pâte très-fine, à cause de l'eau qu'elle retient entre ses molécules. On décante l'eau éclaircie à sa surface ; on fait sécher la fécule après l'avoir coupée en fragmens, qu'on étend sur des papiers gris ; lorsqu'elle est assez sèche pour se diviser facilement par la pression du doigt en une poussière fine et douce, elle est convenablement préparée.

10. Cette opération se fait le plus souvent en grand pour les usages de la vie, et alors on la pratique dans des moulins à rapes, mus par des manivelles ou même par l'eau : c'est ainsi qu'on traite la pomme-de-terre. Quant aux graines céréales, qui sont presque entièrement composées de fécule amilacée, on se contente presque toujours de les broyer sous des meules mues par le vent, par l'eau ou par des pompes à feu. Cette mouture donne la farine et sépare plus

ou moins bien le son ou les écorces broyées par la meule, suivant le genre de mouture que l'on emploie. Cependant on ne regarde pas cette farine comme de la fécule pure : il faut la laver avec l'eau et laisser déposer l'amidon que celle-ci délaye et entraîne pour la séparer de la portion des matières dissolubles et indissolubles qu'elle contient, et dont je parlerai plus bas.

11. Il est aisé de voir que suivant la plus ou moins grande pureté de la fécule, ou suivant son mélange naturel avec diverses substances, telles que les mucilages, les corps sucrés, les extraits ou les parties colorantes qu'elle contient, il faut la traiter par un lavage plus ou moins exact, plus ou moins multiplié : l'eau dissout ces matières étrangères et les retient ainsi, tout en laissant précipiter la fécule. On recueille ces substances dissolubles, on en reconnaît la nature, on en détermine la quantité en évaporant le liquide au feu. Dans le procédé de purification de la fécule, on poursuit le lavage jusqu'à ce que l'eau employée n'ait aucune couleur ni aucune odeur. Il n'y a pas de partie féculente végétale, quelqu'âcre, quelqu'amère, quelque colorée qu'elle soit, qui ne puisse donner, par ce moyen, de la fécule pure et blanche. C'est ainsi qu'on tire de l'amidon assez pur de toutes les farines des graines légumineuses, jaunes, vertes ou fauves, et même du gland et du marron d'Inde, qui sont de toutes les semences celles qui contiennent cependant le plus de matière étrangère à ce principe végétal, et d'une saveur âcre, acerbe, amère ou rebutante. Il y a une foule de substances qui, traitées ainsi, peuvent devenir utiles, et qu'on n'a point encore employées à cet usage.

12. Quand la fécule est accompagnée de substance huileuse, ce qui a lieu sur-tout dans les graines des crucifères, dans les semences des composés ou plantes syngénèses, dans les amandes des arbres à noyaux, dans les semences des cucurbitacées, etc. ; on commence, pour pouvoir l'extraire, par en

exprimer l'huile, comme on le dira dans l'histoire de ce dernier corps. Une fois l'huile séparée, on traite la pâte ou le gâteau qui sort de la presse, par le lavage à l'eau, comme on le fait pour la pulpe des racines, des tiges, pour les farines des granimées; et en effet, une fois épuisé d'huile, le parenchyme des graines appelées *émulsives* en général laisse précipiter sa fécule de l'eau, tandis qu'avant l'extraction du corps huileux elle reste suspendue avec l'huile dans l'état d'émulsion : cependant il y en a une partie qui est attachée à la portion parenchymateuse de ces amandes qui n'entre pas dans la liqueur émulsive.

13. On concevra mieux encore toute l'influence avantageuse de l'emploi de l'eau pour la séparation et la purification de la fécule, lorsqu'on remarquera qu'on peut même l'obtenir pure, saine, douce et alimentaire du milieu des pulpes radicales ou séminales les plus âcres et les plus vénéneuses, sans qu'elle conserve rien de la propriété délétère du suc ou de l'extrait destructeurs qui l'accompagne. Dans la distinction des espèces, j'appliquerai spécialement cette remarque à la fécule de bryone, à celle de manioque, etc.

C. *Propriétés physiques.*

14. La fécule ainsi extraite, préparée et purifiée, est en une poudre blanche, d'une saveur fade ou nulle, très-peu ou très-légèrement pâteuse dans la bouche, collant plus ou moins la langue et le palais, légère et douce sous le doigt, se divisant très-aisément, s'attachant sensiblement sur la peau, à laquelle elle adhère quand on l'y applique un peu fortement.

15 Quand on la regarde de près avec attention, lorsqu'elle est sur-tout frappée des rayons du soleil, ou à l'aide d'une bonne loupe, on la voit formée de petits globules transparens, brillans, argentés, satinés dans leur masse, et

imitant une sorte de matière cristalline : lorsqu'on la comprime avec force, elle fait entendre un petit bruit, une espèce de cri particulier que tout le monde connaît dans la poudre fine et bien préparée.

16. Elle nage sur l'eau, semble ne pas se mouiller d'abord, et ne s'en laisse pénétrer que très-lentement ; elle jouit même, lorsqu'on la jette sur ce liquide, d'une espèce de mouvement oscillatoire ou giratoire qui dure long-temps et qui ne s'arrête que dans le cas où l'on ajoute de l'huile à la surface de l'eau, ou quand elle est imprégnée entièrement de ce liquide.

D. *Propriétés chimiques.*

17. Il faut observer d'abord, pour bien concevoir les propriétés chimiques de la fécule pure, que, de quelques matières végétales qu'elle soit extraite, quelque mélange colorant ou sapide qu'elle ait eu d'abord, elle est toujours la même pour sa nature intime, et que c'est absolument un corps identique, à quelque plante qu'il ait appartenu. Il n'offre que quelques différences de blancheur, de finesse, de tissu apparent, de légéreté ; mais ses qualités intimes ou sa nature n'en présentent point.

18. L'amidon bien pur, que je prendrai pour exemple du genre, exposé au feu et à l'air sur un charbon ardent, se colore, passe par les nuances de jaune, d'orangé, de rouge et de brun, avant de devenir noir, se ramollit, se boursoufle, exhale une fumée blanche piquante, d'une odeur acide non désagréable, analogue à celle du muqueux et du sucre. Le charbon qu'il forme ainsi est un peu plus volumineux qu'il ne l'était lui-même, quoique sensiblement moins que celui de la gomme. Quand on le distille avec un appareil pneumatochimique, on en obtient de l'eau chargée d'acide pyromuqueux, quelques gouttes d'huile rouge ou brune, beaucoup de gaz acide carbonique et hidrogène carboné. Ce

dernier brûle en bleu clair et d'une manière rapide; sa flamme, quand on l'allume dans une cloche étroite et alongée, descend horizontalement dans ce vase ; il reste un charbon d'une seule pièce un peu spongieux, facile à brûler, qui ne laisse que quelques traces de potasse et de chaux : cette dernière est unie à l'acide phosphorique. Cette analyse ressemble à celle du muqueux.

19. L'amidon ne paraît pas éprouver une grande altération à l'air; cependant il en attire l'humidité, il se pelotonne, il devient à la longue comme gras et visqueux, et contracte une saveur aigre, une odeur comme rance ; mais il lui faut beaucoup de temps pour éprouver cet effet. Il n'a aucune action sur les corps combustibles simples, qui n'en ont aucune sur lui.

20. Il se délaye dans l'eau pure et froide à l'aide du mouvement et de l'agitation; il forme avec elle une espèce de pâte sans liaison, non ductile, qui se sèche et se fendille à l'air. Quand on met une plus grande quantité de liquide, l'amidon y reste quelque temps suspendu et représente une sorte de lait épais. Si on le laisse séjourner dans cet état avec l'eau à une température qui excède quinze degrés de Réaumur, il fermente, se soulève, s'échauffe un peu et s'aigrit. Ces phénomènes ont lieu bien plus promptement et fortement quand il contient quelques principes étrangers comme le glutineux, ou une matière extractive et colorante : c'est ainsi que la farine de froment fermente et devient spontanément aigre dans le travail de l'amidonier ; mais dans ce travail même la portion d'amidon qui échappe à l'acescence se sépare plus pure et plus blanche d'avec les diverses matières étrangères qui lui étaient unies. On croit que l'acide qui se forme dans ce cas, et qui existe si prononcé dans l'eau sûre des amidoniers est de l'acide acéteux, quoique je ne sache pas qu'on en ait fait un examen particulier.

21. L'eau bouillante agit sur l'amidon d'une manière très-

différente. A cette température la fécule se dissout toute entière dans ce liquide ; elle forme une espèce de corps gélatineux, transparent. C'est pour cela que le produit de cette opération est nommé *gelée de pomme-de-terre*, quand elle est faite avec la fécule tirée de cette racine. Cette propriété est le caractère distinctif de la fécule pure. Il n'y en a aucune, à quelque matière végétale qu'elle soit empruntée, qui ne le présente d'une manière plus ou moins prononcée, et qui ne soit bien reconnaissable par la consistance gélatineuse et la transparence qu'elle prend par cette opération. Elle devient alors très-semblable à un mucilage, et semble repasser par là à l'état muqueux. En effet, si on expose à une chaleur douce et suffisamment continuée cette espèce de gelée végétale, elle s'épaissit, se dessèche, devient cassante en conservant une demi-transparence, et imite beaucoup une gomme dont elle fournit tous les produits. Dans cet état même il est bien difficile de la distinguer du corps muqueux, et ce n'est que par de très-faibles différences qu'elle s'en éloigne : aussi la plupart des chimistes ont-ils été portés à regarder la fécule comme une sorte de mucilage épaissi, desséché et devenu pulvérulent, indissoluble dans l'eau froide par les progrès même de la végétation, susceptible de repasser à son premier état par l'action combinée du calorique et de l'eau. Cette opinion reçoit une grande probabilité, lorsqu'on voit les matières végétales les plus susceptibles de se charger ou de se remplir d'amidon, offrir, avant sa formation, une sorte de gelée transparente qui blanchit comme du lait, s'épaissit ensuite, se condense et se dessèche à mesure que la maturité s'y avance. On connaît l'exactitude de cette observation dans toutes les graines céréales et dans les semences émulsives qui passent par les états successifs de gelée, de lait épais et d'espèce de mucilage transparent, puis opaque, avant de prendre le corps et la solidité qui doit les caractériser.

22. Dans l'état gélatiniforme ou muqueux que la fécule

prend par l'eau bouillante, elle a la fadeur ou l'insipidité des mucilages, la propriété de s'épaissir par le feu, de se délayer et de se dissoudre dans l'eau, de s'aigrir avec le temps. Elle acquiert sur-tout la propriété d'être facile à digérer et de servir à la nourriture de l'homme, avec beaucoup plus de promptitude qu'elle ne le pouvait sous la forme sèche, pulvérulente et indissoluble. Aussi cette espèce de cuisson ou de dissolution dans l'eau chaude, qui se manifeste et se prononce par une odeur particulière qui est assez agréable, est-elle la préparation la plus générale et en quelque sorte la plus constante que font les hommes pour convertir la fécule en un aliment plus savoureux, plus léger, qui répare très-vîte leurs forces, qui se change promptement en leur propre substance. C'est spécialement sous cette forme qu'on la donne aux enfans, chez lesquels elle est quelquefois substituée au lait de leur mère, ou le remplace assez constamment comme on le voit dans la plupart des peuples civilisés.

23. Les acides à radicaux simples altèrent plus ou moins fortement la fécule amilacée, et se comportent avec elle absolument comme avec le muqueux. S'ils sont étendus d'eau ils la dissolvent, sur-tout à l'aide de la chaleur, beaucoup plus promptement et facilement que l'eau seule : ils forment avec elle des espèces de gelées ou mucilages d'une transparence parfaite : s'ils sont concentrés ils la décomposent. L'acide sulfurique la noircit, forme de l'eau et de l'acide acéteux par la réunion de ses principes qu'il sollicite dans un autre ordre que celui ou ils étaient combinés, et en précipite du charbon. A l'aide du feu il en dégage du gaz hidrogène carboné, comme il le fait de la gomme ou du sucre. L'acide muriatique agit de même sur l'amidon, seulement avec plus de lenteur que le précédent. L'acide nitrique le dissout à chaud sans le charbonner, dégage du gaz nitreux et du gaz acide carbonique, n'en précipite point de l'acide muqueux comme il le fait avec les gommes, change toute la masse amilacée en acides malique

et oxalique. L'acide carbonique rend la fécule plus dissoluble et en favorise l'acescence.

24. Les alcalis caustiques ou purs dissolvent la fécule à l'aide de l'eau, la mettent dans l'état gélatineux et n'en altèrent la nature intime que difficilement et par une haute température. Les sels qui laissent aller promptement de l'oxigène la brûlent et la décomposent. Elle se détruit ainsi par le nitrate de potasse qu'on chauffe avec elle. Elle s'enflamme et détone fortement par la seule pression ou par la percussion avec le muriate suroxigéné de potasse qui l'enflamme.

25. Les oxides métalliques la brûlent aussi, sur-tout ceux qui ne tiennent que peu à l'oxigène ; il en est de même des dissolutions métalliques dont elle sépare souvent les oxides par le seul contact plus ou moins long, en les colorant, comme ils ont coutume de l'être, suivant la différente proportion d'oxigène qu'ils lui cèdent.

26. La fécule s'unit facilement dans la nature et même par l'art au plus grand nombre des différens matériaux immédiats des végétaux ; c'est ainsi qu'on la trouve associée dans les plantes avec les extraits, le muqueux, le sucré, les huiles, les matières colorantes, le glutineux. L'art aussi parvient à former ces associations factices assez facilement, sur-tout celle avec les substances colorées ; c'est, comme je le ferai voir ailleurs, par ce moyen qu'on fabrique les couleurs si employées pour les papiers, et même quelquefois pour les peintures précieuses qu'on connaît sous le nom de *laques*.

27. De toutes les propriétés chimiques que je viens de présenter sur la fécule amilacée, on peut conclure que ce corps est une espèce de muqueux sec et pulvérulent, différent cependant du gommeux en ce qu'il ne fournit pas d'acide muqueux par l'action de l'acide nitrique, en ce qu'il n'est pas dissoluble dans l'eau froide, mais seulement dans l'eau bouillante. Il s'annonce comme un peu moins carboné que celui-ci, quoique je n'aie point encore à offrir la pre-

portion des principes qui entrent dans sa composition. On dirait qu'il suit de près la matière sucrée, et l'on verra par la suite qu'il paraît en effet susceptible de la former par une altération spéciale de sa propre substance. Quelques chimistes ayant annoncé que la fécule donnait des traces sensibles d'ammoniaque dans son analyse, il semblerait, d'après ce fait, que la fécule tient de l'azote parmi ses principes primitifs. Mais cette assertion sur la production de l'ammoniaque dans l'analyse de l'amidon par le feu mérite confirmation; elle ne doit pas encore être regardée comme une vérité démontrée.

E. *Espèces de fécules.*

28. Quoiqu'il n'y ait qu'une seule substance qui doive porter le nom de fécule ou d'amidon; quoique cette substance soit exactement de la même nature dans tous les végétaux, quand elle en a été extraite et purifiée avec soin par les procédés chimiques, il est trop important pour la société de bien connaître ses principaux états dans la nature, ainsi que l'art, qui suit de cette connaissance, de l'employer aux divers usages auxquels elle peut servir, pour ne pas jeter un coup d'œil sur les espèces qu'en offre la nature. Il est d'abord bien évident que la distinction de ces espèces ne peut être fondée, comme leur différence réelle ne peut être établie que sur les divers mélanges qu'elle présente dans les végétaux qui la fournissent, ainsi que sur la diversité même des parties d'où on l'extrait.

29. Sous le premier rapport, c'est-à-dire sous divers mélanges ou combinaisons qui distinguent la fécule amilacée dans les végétaux qui la contiennent, on peut admettre six principaux états ou six espèces de fécule, suivant la nature de ces matières différentes qui y sont ajoutées. J'observerai d'abord que nulle part elle n'est absolument ou entièrement pure et isolée, que par-tout où elle se rencontre elle est alliée

de quelques substances étrangères, et que c'est pour cela qu'on est obligé de la séparer à l'aide de l'eau qui l'entraîne en poussière et la dépose, en retenant les matières solubles, et en laissant à part les parenchymes grossiers qui l'altéraient également. Les six principales espèces que je distingue, en ajoutant à son nom un adjectif qui caractérise chaque matière étrangère, sont la *fécule glutineuse*, la *fécule extractive*, la *fécule muqueuse*, la *fécule sucrée*, la *fécule huileuse* et la *fécule âcre*.

A. La fécule *glutineuse* est celle qui se trouve naturellement alliée du glutineux ; on la rencontre telle dans le froment, et en général dans toutes les graines céréales, quoiqu'elles contiennent la plupart beaucoup moins de gluten que la première. On verra, dans l'article suivant, par quel procédé on parvient à en séparer le glutineux qui lui donne des propriétés particulières.

B. La fécule *extractive*, toujours reconnaissable à sa couleur fauve, jaune, verdâtre, etc., se trouve spécialement dans les semences légumineuses et dans la farine qu'on en obtient par la meule. C'est à un extrait qu'elle doit sa couleur et sa saveur âpre, acerbe, herbacée, amère, ainsi qu'une odeur plus ou moins piquante. La farine de pois, de lentilles, de haricots rouges, de lupins, de pois chiches, etc., est de cette espèce. On en trouve encore des variétés plus insupportables et plus difficiles à purifier dans le marron d'Inde, le gland du chêne, etc. On a bien de la peine à l'extraire sans mélange, et il faut de longs et abondans lavages pour y réussir.

C. La fécule *muqueuse*, bien caractérisée par son état visqueux collant, existe dans beaucoup de racines, dans toutes les amandes non mûres, dans les graines céréales en lait. Quelquefois elle n'est que le passage de l'état muqueux à l'état féculent ; quelquefois elle reste sous sa forme gluante et muqueuse à toutes les époques de la végétation. La racine de patate, *convolvulus patatas*, en est l'exemple le plus pro-

noncé et le plus saillant. Cette fécule est très-difficile à obtenir pure.

D. La fécule *sucrée*, ou le mélange naturel de fécule et de sucre, a lieu dans plusieurs racines, dans quelques sèves, et même dans les semences graminées lorsqu'elles ont germé. C'est une des associations les plus utiles que la nature puisse offrir à l'homme, c'est le corps qu'il recherche avec le plus d'empressement pour sa nourriture. L'aliment et l'assaisonnement se trouvent réunis dans cette combinaison naturelle. Le sucre est fort aisé à séparer de la fécule, à cause de sa grande dissolubilité dans l'eau; et le plus simple lavage suffit à cette opération.

E. La fécule *huileuse* est très-fréquente dans un grand nombre de graines émulsives, ou formant par leur broiement avec l'eau une liqueur laiteuse. Quand on a séparé l'huile par l'expression, la fécule qui reste, outre qu'elle en retient opiniâtrément un peu, comme on le remarque dans l'onctueux de la pâte d'amandes, est encore mêlée ou chargée d'une matière muqueuse et extractive, et même de quelques parties ligneuses qu'on ne peut en séparer que par plusieurs lessives et dépôts successifs.

F. La fécule *âcre*, soit piquante comme celle des racines crucifères et antiscorbutiques, soit caustique et brûlante comme celles du pied-de-veau, du cabaret, de la bryone, etc., soit vénéneuse comme celle du manioque, doit cette propriété à une portion du suc même des plantes qui reste à sa surface, et qui, quand on la sèche, sans l'avoir lavée auparavant dans beaucoup d'eau, lui conserve une partie des propriétés, altérante, purgative, vénéneuse même, dont le suc entier jouit lui-même. On peut lui enlever cette saveur, et la rendre très-douce et simplement nutritive, à l'aide de la simple lessive dans l'eau pure, assez abondante pour n'y rien laisser d'étranger.

3o. Il faut ajouter à cet énoncé des six espèces de fécules, distinguées par les matières étrangères qui y sont mêlées ou combinées par la nature, que souvent la fécule se trouve associée à la fois à plusieurs de ces matières que je n'y ai in-

diquées qu'isolément pour présenter ces mélanges avec ordre. Ainsi la fécule des légumineuses ou la farine de pois, de fève, etc., contient souvent un ou deux extraits, une substance colorante, une matière muqueuse. La pâte des amandes de diverses espèces, outre l'huile, tient, comme je l'ai annoncé, une couleur, un extrait, un mucilage, du ligneux, quelquefois même du corps sucré. On sent de plus que ces combinaisons multipliées peuvent varier singulièrement, suivant les divers états de modification des arbres ou des plantes qui les fournissent.

31. Une autre distinction non moins importante à faire entre les fécules est celle qui est relative aux parties végétales d'où on les extrait. C'est à cette distinction qu'appartient véritablement la suite des espèces de fécules que l'on prépare pour les besoins de la société. On compte parmi les racines féculentes et âcres celles de bryone, d'arum, de manioque, de pommes-de-terre et d'orchis; parmi les tiges, celle du palmier qui fournit le sagou; parmi les semences des graminées, la farine proprement dite; dans la classe des végétaux qui semblent en être entièrement composés, la pâte nutritive du lichen d'Islande; enfin il faut aussi compter parmi ces espèces la pâte du papier. Je dois dire un mot de chacune de ces fécules en particulier, et ajouter même quelques détails sur les végétaux d'où on n'en a pas encore tiré, et qui peuvent en donner de très-utiles.

A. On préparait autrefois la fécule de bryone pour l'usage pharmaceutique. Après avoir écorché, râpé et exprimé cette racine, on la soumettait à la presse, et on en tirait un suc trouble et laiteux qu'on filtrait; on lavait la fécule qu'il avait précipitée sur le filtre, et on délayait dans l'eau le marc resté dans la presse : ce dernier lavage fournissait une fécule plus abondante et plus fine encore que celle déposée par le suc exprimé. Ces deux fécules, mêlées et lavées une dernière fois dans suffisante quantité d'eau pour que celle-ci sortît sans saveur, étaient très-pures, très-fades, très-insipides ou très-

douces; ne participant plus à l'âcreté de la racine, elles peuvent servir comme l'amidon de froment, et n'en diffèrent à aucun égard. Quand on voulait l'avoir purgative, on ne la faisait ni laver ni précipiter de l'eau, on la laissait déposer du suc exprimé, et sécher sans addition d'eau. Bien lavée, au contraire, elle pourrait servir d'aliment.

B. La racine d'arum, celle d'asarum, et beaucoup d'autres racines tubéreuses âcres de nos climats pourraient être traitées comme celle du bryone, et fournir comme elle une fécule blanche, fine et pure, douce et alimentaire, si elle était bien lavée; âcre, purgative et émétique, d'autant plus fortement qu'on y laisserait une plus grande quantité de son suc.

C. La racine de manioque, *jatropha manioc* de Linné, composée de plusieurs gros tubercules charnus et ovoïdes, sert spécialement en Amérique de nourriture aux hommes, quoique, comme les précédentes, elle contienne un suc très-âcre et très-fortement vénéneux, puisque, suivant tous les historiens de ce pays, une cuillerée suffit pour empoisonner un homme. Après avoir dépouillé cette racine fraîche de sa peau, on la rape, on l'enferme dans un sac de jonc d'un tissu très-lâche, que l'on suspend à un bâton posé sur deux fourches de bois; on attache au bas de ce sac un vaisseau pesant qui, en tirant le sac, en exprime la racine rapée, et reçoit le suc qui en découle. Quand la fécule est bien épuisée de suc, on l'expose à la fumée pour la sécher, et on la passe à travers un tamis lorsqu'elle est bien sèche. Dans cet état, on la nomme *cassave;* c'est une sorte de farine. On la cuit en pains en l'étendant sur des platines de fer ou de terre chauffées, en la retournant sur ses deux faces pour lui donner une couleur dorée ou roussâtre. On en forme du *couac* ou des petits grains analogues au sagou, en l'agitant dans une bassine posée sur le feu pendant plusieurs heures. Le suc exprimé de manioque dépose une fécule plus fine que la précédente; après l'avoir bien lavée et séchée, on s'en sert pour faire des pâtisseries; on

la nomme *moussache*. On voit ici les mêmes résultats que pour les racines de bryone, d'arum ou pied-de-veau, d'asarum ou cabaret.

D. La racine du *solanum tuberosum*, ou la pomme-de-terre, sert, depuis plusieurs années, à faire une très-belle fécule, un amidon très-fin, très-blanc, très-doux, qu'on a nommé *amidon de santé*, à cause de ses bonnes propriétés. Après avoir pelé ces racines, on les rape, ou en place l'espèce de pulpe sur un tamis de crin serré ; on jette de l'eau que l'on agite avec cette pulpe jusqu'à ce que ce liquide n'entraîne plus rien de blanc. La liqueur qui passe dépose une poudre blanche très-fine, très-douce, que l'on fait sécher avec soin, et qui devient brillante et comme cristalline par cette dessiccation soignée. Elle présente toutes les propriétés de l'amidon pur, qu'elle surpasse encore en finesse et en blancheur, quand elle est bien préparée. On en fait une espèce de sagou, en la desséchant humide et en l'agitant sans cesse dans un vase sur un feu doux. L'eau qui surnage cette fécule a souvent un coup-d'œil verdâtre qui dépend de la partie extractive qu'elle a enlevée à la racine. On a imaginé des moulins-râpes pour préparer une grande quantité de fécules de pommes-de-terre à la fois. On en fait aussi une espèce de vermicelle, en la passant délayée dans un peu d'eau à travers un cylindre percé de trous à son extrémité, et en faisant sécher les petits cylindres mous que forme cette espèce de moule.

E. Le salep, qu'on a aussi nommé *salab*, *salop*, etc. dans différentes parties de l'Orient, est la racine de plusieurs espèces d'orchis, et sur-tout de l'*orchis morio*, que l'on fait sécher au soleil, soit après l'avoir fait bouillir dans l'eau, soit, et le plus souvent, après l'avoir seulement nettoyée et bien frottée avec des brosses dans ce liquide. Dans ce dernier procédé, très-préférable au premier, on fait sécher les bulbes bien brossées dans un four qui les rend cassantes, sèches, demi-transparentes. Les racines séchées au soleil sont enfilées les unes à côté des autres

sur des fils, à l'aide desquels on les a suspendues dans l'air. Cette préparation simple permet de les mettre facilement en poudre ou de les moudre ; de sorte qu'on peut ensuite les faire cuire dans l'eau. Le salep forme ainsi une espèce de gelée très-douce, très-nourrissante, dont on a beaucoup vanté autrefois la vertu analeptique et adoucissante. On peut faire la même opération et préparer un aliment aussi sain et aussi utile avec les racines plus ou moins tubéreuses de toutes les espèces d'orchis.

F. Le sagou est une fécule sèche, en grains arrondis, légèrement roussâtres, cuits ou épaissis par le feu, qui est apportée en Europe des Moluques, de Java sur-tout, et des Philippines. On l'extrait d'une espèce de palmier, nommé *landan* aux Moluques, qui est le *cycas circinnalis* de Linné. Le tronc de cet arbre contient une moelle blanche et douce, que les habitans retirent en fendant l'arbre dans sa longueur. Ils écrasent cette moelle, la mettent dans une espèce d'entonnoir d'écorce d'arbre, placé sur un tamis de crin, la délayant dans beaucoup d'eau ; la fécule, entraînée par le liquide, passe à travers les mailles du tamis, et laisse au-dessus la portion fibreuse et grossière de la moelle. L'eau, reçue dans un pot, y dépose la fécule légère qu'elle a détachée du tissu médullaire ; ils la décantent quand le dépôt est bien fait ; ils passent celui-ci à travers des platines perforées qui lui donnent la forme de grains sphériques ; ils les sèchent ensuite sur le feu dans des vases où ils les agitent sans cesse. Ces grains de sagou se renflent, se ramollissent, et deviennent transparens quand on les fait cuire dans l'eau.

G. La farine proprement dite, celle qui provient du froment, et qui diffère assez de celle de toutes les autres espèces de graminées, est une substance sèche, friable, peu sapide, douce cependant sous le doigt et sur la langue, qu'on prépare par le seul broiement ou la mouture des grains de froment. Quoique les farines de seigle, d'orge, d'avoine, de maïs, de riz, s'en rapprochent à certains égards, la farine de froment,

triticum, espèce de plante que l'homme civilisé a choisie entre plusieurs milliers d'autres, comme la plus appropriée à sa nourriture, végétal que la culture a manifestement perfectionné et modifié pour nos besoins, en diffère cependant par sa propriété de faire avec l'eau une pâte bien ductile, bien homogène, qui retient facilement les formes qu'on lui donne, qui se soulève et se divise par un commencement de fermentation, et qui seule donne le bon pain, fait cet aliment si général, si utile, connu de presque tous les hommes comme leur première nourriture. Ces propriétés sont dues au mélange des trois substances qui la constituent; la fécule amilacée proprement dite, qui en forme à peu près les trois cinquièmes, et qu'on en extrait par le lavage de la pâte, que l'eau entraîne et dépose en poudre blanche; le glutineux, qui reste en masse visqueuse et élastique après ce lavage, et dont je parlerai dans l'article suivant, qui constitue à peu près le cinquième du poids total de la farine, et une matière encore sucrée qui reste en dissolution dans l'eau, et qu'on en obtient par l'évaporation. On sait que c'est spécialement de cette farine que l'on extrait l'amidon proprement dit. On connaît encore que la farine de froment doit admettre des variétés dans la proportion de ses trois principes, suivant une foule de circonstances de la végétation. Il est encore bon de noter ici que le pain bien fait et qui a fermenté en levant, est acide, que sa décoction rougit les couleurs bleues végétales, et qu'il le devient davantage dans l'estomac.

H. Plusieurs espèces de lichens, mais sur-tout celui qui croît si abondamment en Islande, et qui est nommé, à cause de cela, *lichen islandicus* par Linné, sert à faire une espèce de pain très-nourrissant dans les pays septentrionaux. Il résulte des expériences faites par l'Académie de Stockholm sur ce lichen, qu'il donne par la simple mouture un excellent amidon. Il paraît qu'il en est de même du lichen *rangiferinus*, dont les rennes se nourrissent, et qui les engraisse si facilement. Les

habitans de l'Islande font, avec la farine de leurs lichens, un gruau très-délicat et très-estimé. Il faut noter ici que plusieurs espèces de lichen donnent, dans quelques saisons, une efflorescence sucrée sur leur feuillage sec.

I. Le papier n'est lui-même qu'une espèce de fécule provenant de la portion de liber encore muqueux et succulent, avec lequel on a fabriqué la toile, qui, par son déchirement, sa macération plus ou moins longue et sa décoction dans l'eau, finit par donner un mucilage féculent, qui se prend par le refroidissement en une couche mince et assez solide pour opposer un certain effort à sa rupture. Telle est la base des faits sur lesquels repose l'art du fabricant de papier. Cette matière se comporte, à l'analyse chimique, absolument comme la fécule ; elle donne de l'acide pyromuqueux à la distillation, de l'acide oxalique par l'acide nitrique. Elle est dissoluble dans l'eau chaude, forme une gelée ou empois dans cette opération, et sans parler ici de la portion de colle souvent animale dont on la recouvre pour l'empêcher de boire l'encre entre ses pores, et pour le faire servir à l'écriture, il est évident que cette dissolution de papier dans l'eau bouillante pourrait servir d'aliment dans les cas où une disette pressante forcerait d'y avoir recours.

F. *Usages de la fécule.*

32. Ce que j'ai exposé jusqu'ici sur le siége, l'extraction, les propriétés chimiques et les diverses espèces de fécule amilacée, a dû faire voir que ce produit de la végétation, regardé si improprement comme une sorte de terre par les anciens chimistes, est un oxide particulier, un composé naturel de carbone, d'hidrogène et d'oxigène et peut-être même d'un peu d'azote, qui a sur-tout le grand avantage de servir éminemment à la nourriture des animaux. Aussi toutes les parties qui en contiennent dans les plantes, sont-elles la proie d'une foule

de classes de ces êtres animés, depuis l'homme jusqu'aux insectes, aux larves et aux vers qui s'en emparent, y creusent leur demeure, et les détruisent plus ou moins complétement avec les divers instrumens de manducation que la nature leur a donnés.

33. C'est dans la fécule que l'homme puise l'aliment le plus abondant, le plus nourrissant, le plus facile à conserver. Tandis que des familles immenses d'animaux mangent et rongent cette substance pure et telle que la nature la leur présente, l'homme sait lui donner mille formes variées, depuis la cuisson la plus simple à sec ou dans l'eau, jusqu'à cette préparation si perfectionnée parmi les habitans modernes des zones tempérées, connu sous le nom de *pain*; depuis la cassave des Américains, jusqu'à ces pâtisseries si délicates, si légères, si douces et si suaves, qu'on fabrique dans quelques parties de l'Europe, et sur-tout en France, en Italie et en Allemagne. Cet aliment primitif se prête à toutes les combinaisons avec les huiles, le beurre, le lait, le fromage, les œufs, le sucre, les aromates, les sucs de fruits, les jus de viande; sa douceur, sa fadeur naturelle le rendent l'excipient approprié d'une foule de matières d'assaisonnement.

34. Munis de cette connaissance sur la propriété éminemment nourrissante de la fécule amilacée, les hommes éclairés et en même temps philanthropes, car ces deux qualités vont rarement l'une sans l'autre, peuvent rendre de grands services à la société, en multipliant singulièrement les sources de la matière alimentaire, et en faisant voir qu'une très-nombreuse suite de parties végétales qu'on n'emploie pas ordinairement à cet usage, peuvent y être facilement et heureusement consacrées. C'est sur-tout dans les temps de disette, après les intempéries naturelles qui ôtent trop souvent aux peuples les espérances de récoltes suffisantes à leur subsistance, que toutes les lumières doivent être invoquées, que la chimie peut particulièrement être appelée au secours des nations. On prendra

une idée satisfaisante des importans services qu'on doit en attendre, en lisant plusieurs des ouvrages de chimie économique moderne, et sur-tout ceux du citoyen Parmentier, qui a si bien mérité de son pays et de l'humanité entière en s'occupant avec une constance que l'amour seul des hommes a pu soutenir, de toutes les ressources alimentaires que présentent aux peuples la culture de la pomme-de-terre, du blé de Turquie ou maïs, et de beaucoup d'autres substances végétales trop négligées malgré tous les avantages qu'elles promettent.

35. Une foule d'autres utilités secondaires accompagnent encore cette utilité première des fécules, et les rendent une des substances les plus précieuses que l'homme puisse emprunter aux végétaux. La médecine y a puisé, non seulement des alimens médicamenteux bien appropriés à une foule de circonstances particulières des maladies, mais des médicamens adoucissans, incrassans, invisquans, des doux propres à calmer les irritations, les douleurs. On sait assez quels avantages l'art de guérir retire de l'amidon, des farines diverses, de la fécule de pomme-de-terre, du sagou, du salep, etc. Il est vrai qu'on a trop vanté la plupart de ces préparations; et que pour vouloir leur attribuer des vertus presque surnaturelles et miraculeuses, on a détruit une partie de la confiance qu'elles méritent. Mais les médecins instruits, également éloignés de l'enthousiasme ridicule et de l'indifférence dangereuse, s'en servent avec les plus grands avantages.

36. Enfin les arts emploient perpétuellement les fécules amilacées à une foule d'usages où elles rendent d'importans services. On en fait, par l'ébullition avec l'eau, des colles, des empois, qui servent à rapprocher, à retenir une foule de surfaces de corps légers appliquées sur d'autres, et à operer entre elles un rapprochement et une cohésion nécessaires à beaucoup de circonstances. On les destine encore à servir de matières desséchantes, sur-tout pour les cheveux; on en prépare pour cela ce qu'on nomme *la poudre à poudrer*; espèce d'usage,

peut-être bien ridicule de plusieurs peuples modernes, dans lequel ils imitent, sans s'en douter, des nations qu'ils appellent barbares, et par lequel, ce qui est bien important, ils consomment à pure perte une portion assez grande de la subsistance d'un grand nombre de familles : aussi est-il utile d'employer à cet usage les fécules qui ne servent point d'aliment.

ARTICLE IX.

Du sixième des matériaux immédiats des végétaux ; du glutineux.

A. *Siége.*

1. Quoique ce soit spécialement dans la farine de froment que se rencontre le glutineux, ou la matière découverte par Beccari et Kessel Meyer, et nommée par eux *matière glutineuse*, *végéto-animale ;* quoiqu'on ne puisse l'extraire que de la farine de cette plante, il est reconnu par tous les chimistes que les graines céréales en contiennent une quantité quelconque, et qu'on ne peut pas l'en séparer, parce qu'elle y est ou trop peu abondante ou trop disséminée dans la fécule amilacée ou l'amidon.

2. Rouelle le jeune, qui l'avait examinée et comparée spécialement avec les matières animales, assurait l'avoir trouvée dans les fécules colorées, et spécialement dans ce qu'on nommait *la fécule verte des plantes*. Mais l'expression de fécule, donnée indifféremment à la matière fibreuse contenue dans les sucs des plantes, et à l'amidon, ayant porté les chimistes à regarder ce dernier comme une partie des débris des substances solides végétales, il y a lieu de penser que c'était seu-

lement par analogie et de plus par quelques propriétés équivoques que Rouelle avait pensé que la matière verte contenait du glutineux. Au moins les expériences qu'on a faites depuis ce temps, celles que j'ai plusieurs fois répétées sur ces fécules colorées, ne m'ont point fourni la confirmation de cette assertion, et rien n'a véritablement prouvé que le glutineux fût un des principes de cette dernière fécule.

3. Il existe une observation plus exacte et plus positive sur la présence de cette matière glutineuse dans le tissu végétal qui forme le linge et le papier. Le citoyen Desmarets a observé dans les papeteries qu'après le pourrissage des chiffons, et lors de la fusion et du ramollissement de cette substance dans l'eau, il se séparait des flocons épais, solides, indissolubles, de véritable gluten. On voit un phénomène analogue dans le travail des blanchisseuses. Les lessives alcalines et les eaux chargées de savon qu'elles emploient pour blanchir le linge, sur-tout le fin, lui enlèvent un principe qui se sépare assez abondamment dans les conduits où elles jettent ces liqueurs pour les engorger, pour boucher les grillages qui en interceptent la continuité, et pour empêcher ces liquides de couler. On trouve sur ces grilles des flocons ou des masses presque solides, un peu molles et ductiles, manifestement précipitées des lessives et enlevées au tissu même du linge. C'est là ce qui use peu à peu ce tissu, ce qui l'amincit et lui fait perdre son poids et sa forme.

4. Enfin le citoyen Deyeux a cru reconnaître l'existence de la substance glutineuse dans les sèves de charme et de bouleau; il a même pensé que cette substance y était dissoute au moyen de l'acide acéteux, et qu'on ne l'obtenait précipitée de ces liqueurs en flocons indissolubles et solides que par l'évaporation ou la dissipation de cet acide. Je dois faire remarquer cependant que le citoyen Vauquelin, qui a examiné les mêmes liquides, n'y a pas trouvé le glutineux, mais seulement des extraits. Il est vrai que cela peut dépendre de la différence

des sèves que ces deux chimistes ont examinées, et de celle des arbres qui les ont fournies.

5. Il faut conclure de ce que je viens d'exposer sur le siége presque unique du glutineux dans la farine du froment, que ce corps est peut-être de tous les matériaux immédiats des végétaux celui qui se rencontre le plus rarement dans les plantes, ou au moins celui qu'on extrait le plus difficilement, qui est ou moins abondant que beaucoup d'autres, ou plus profondément mélangé ou combiné avec d'autres matériaux, de manière à ne pouvoir être séparé qu'avec la plus grande peine.

B. *Extraction.*

6. Le glutineux est retiré par des procédés semblables à ceux qui ont déja été décrits dans plusieurs des articles précédens, et qui, dépendans d'opérations mécaniques, ne peuvent pas en changer la nature ou en altérer la composition. La manière dont on extrait ce principe de la farine de froment est une des plus simples et des plus ingénieuses, et cependant des plus exactes qui existent. C'est en séparant l'amidon de cette farine qu'on sépare le glutineux.

7. A peine a-t-on jeté un peu d'eau sur cette farine, qui, comme je l'ai dit, présente seule ce caractère remarquable, que ses molécules se rapprochent, se lient, se collent, et qu'elle forme une pâte douce, collante, homogène, facile à pétrir, tenace, élastique, qu'on alonge, qu'on aplatit, qu'on tire dans toutes sortes de sens, et qui ne se brise ni ne se fendille pas. Cette pâte, lavée avec un filet d'eau et pétrie doucement, ou malaxée immédiatement par la main de l'opérateur, ou bien pressée dans un nouet de linge également exposé au filet d'eau, laisse emporter par ce liquide la fécule amilacée sous la forme d'une poudre blanche qui la rend laiteuse. A mesure que l'eau emporte cet amidon, la pâte prend une couleur plus grise, moins brillante, comme demi-transparente, ainsi qu'une

consistance plus molle, mais plus tenace, plus visqueuse, plus collante et plus élastique. On continue à pétrir ainsi la pâte de froment jusqu'à ce que l'eau sorte bien claire et sans poussière féculente. Ainsi la farine est séparée en trois substances, l'amidon qui se précipite en poudre blanche au fond de l'eau, une autre qui reste dissoute dans le liquide, et la troisième qui reste molle, liée et élastique.

8. Il est évident que cette matière glutineuse qui était en poussière dans la farine, prend, à l'instant même où la pâte se forme par l'addition de l'eau, l'état glutineux et élastique dont elle ne jouissait pas ; que l'amidon qui n'y adhère alors que faiblement, et qui semble n'en avoir recouvert que les faisceaux fibreux extérieurs, s'en détache par le seul contact de l'eau, et que l'eau contribue à son état pâteux et ductile. Il n'est pas moins certain que c'est à cette propriété des molécules pulvérulentes du glutineux de devenir élastique par l'addition de l'eau que la farine de froment doit celle de faire une pâte, et que c'est en raison de sa quantité que la panification, plus ou moins sensible dans cette farine, varie suivant l'état de maturité, la nature du blé et celle du terrain, de la saison et de toutes les circonstances relatives à la végétation de cette plante importante.

9. Il est très-remarquable que le glutineux semble disparaître, ou au moins ne peut plus être séparé ou extrait de la farine de froment ; si, au lieu d'y ajouter d'abord peu d'eau et d'en faire une pâte épaisse, ductile, qu'on lave ensuite avec un petit filet d'eau, on la délaie tout-à-coup dans une grande quantité de ce liquide, on la réduit en bouillie : alors on donne bien à ce liquide par la chaleur la propriété de former une colle visqueuse, épaisse, très-collante et opaque, comme on le fait dans la préparation de la bouillie ; mais on lui ôte celle de séparer, d'isoler le corps glutineux d'avec l'amidon. Il semble que par ce délaiement à grande eau on isole entièrement les molécules de ce corps, on les disperse entre

celles de la fécule, on les empêche de se rapprocher et de se lier, comme elles le font, dans le simple état de pâte. C'est ainsi que dans ces pâtes de farine de froment plus ou moins légères et détrempées d'eau, avec lesquelles on fabrique les pains à chanter, le vermicelle, les lazagnes, etc. on ne peut plus, d'après les essais de Macquer et Poulletier, retrouver le gluten et l'obtenir de la même manière que dans les pâtes épaisses, ductiles, lavées à l'aide du filet d'eau : donc la quantité de ce liquide et le mode de son emploi influent singulièrement sur l'extraction du glutineux.

10. Quand la pâte solide et bien ductile de la farine de froment est abandonnée à elle-même à une température de quinze degrés au moins ; au lieu d'être lavée avec peu d'eau pour en extraire sur-le-champ le gluten, elle éprouve promptement un mouvement intérieur qu'on ne remarque pas dans l'amidon également imprégné d'eau ; elle se soulève, se remplit de cavités produites par le dégagement d'un fluide élastique, et marche promptement vers l'acescence. On accélère ce mouvement en ajoutant à la pâte une portion d'un ferment pris dans de la pâte déja soulevée ou dans la lavure de bière : c'est ce qu'on pratique pour fabriquer le pain. Si l'on cuit la pâte avant qu'elle ait éprouvé ce mouvement, on n'a point de véritable pain léger, rempli d'yeux, facile à digérer ; mais une espèce de galette épaisse, lourde, beaucoup plus difficile à digérer. Comme l'amidon seul ne présente pas ce phénomène, on a pensé que la présence du glutineux en était la cause Aussi, en ajoutant artificiellement du glutineux à une fécule amilacée pure et qui n'en contient pas, soit qu'elle provienne de la farine de froment, soit qu'on l'ait tirée de toute autre matière végétale quelconque, on en fabrique alors une pâte qui lève et qui fournit de véritable pain par la cuisson. Il est si vrai que le glutineux contribue à cette fermentation panaire et en est la vraie source, que la pâte bien faite n'en donne presque plus après avoir fermenté, et n'en donne

pas du tout après la cuisson du pain, quoique celui-ci fournisse dans son analyse au feu une proportion assez notable d'ammoniaque pour faire bien distinguer ses produits de ceux de la fécule pure.

11. C'est à la même absence, ou au moins à la petite quantité de glutineux contenue dans les farines de seigle, d'orge, d'avoine, et sur-tout de maïs, de riz, de millet, de sorgho, et de toutes les autres graines céréales qu'est dûe l'impossibilité où l'on est de faire de bon pain levé, léger et poreux avec ces farines. A plus forte raison ne peut-on fabriquer aussi que des galettes mattes, lourdes, sans saveur, avec les poussières fariniformes des semences légumineuses, des racines féculentes et de toutes les poudres amilacées végétales dépourvues de glutineux. Il serait très-intéressant de savoir si ce principe du gluten existe dans la farine des lichens avec laquelle on fait d'assez bon pain. Le seul fait seulement bien reconnu sur ces farines diverses, si éloignées de celle de froment, c'est qu'aucune ne forme comme cette dernière de véritable pâte, liée, ductile, et ne donne une quantité semblable de glutineux quand on la lave avec l'eau ajoutée peu à peu. A peine en trouve-t-on quelques traces dans les farines du seigle et de l'orge, qui se rapprochent cependant le plus de celle de froment par leur propriété de faire pâte, par la ténacité et le liant qu'elles prennent dans leur pétrissage. On n'en rencontre aucun vestige dans les farines de riz, de maïs, de millet, etc. On juge aisément de la petite proportion de glutineux contenue dans ces diverses espèces de farines par la nature de la pâte qu'on en obtient en les pétrissant. Moins elles en contiennent, et plus la pâte qu'elles donnent est sèche, cassante, non ductile, difficile à pétrir, plus elle se fendille, se dessèche, et se couvre d'une croûte fragile à sa surface; moins encore elles se soulèvent en les gardant à quinze degrés de température.

12. La propriété de faire une belle pâte est tellement liée à

la présence du glutineux dans la farine de froment, que cette farine elle-même présente dans cette propriété des variations relatives à la quantité de ce corps qu'elle contient. On peut, en effet, juger de la bonté de cette farine, de la maturité et des bonnes qualités du bled qui la fournit, soit par la manière dont elle se comporte au pétrissage, soit, et ce dernier moyen est beaucoup plus sûr que le premier, par la proportion de glutineux qu'on en extrait à l'aide du procédé que j'ai décrit. Les chimistes ont déja trouvé des différences notables entre les diverses espèces de farines de froment, suivant leurs qualités, la nature du bled, celle du terrain où il a crû, celle de l'année et des saisons pendant lesquelles il a végété; et il est fort à desirer qu'on continue les recherches sur ce point, puisqu'il peut fournir un moyen assuré pour distinguer la qualité des farines, et pour déterminer leur propriété nourrissante. Beccari a déja observé que la proportion du gluten variait dans la farine de froment d'un cinquième à un tiers. A mesure que la farine de froment s'altère et se détériore, ce qui lui arrive, comme on le sait, lorsqu'on la garde trop comprimée, sans la remuer et l'aérer, dans des magasins chauds et humides; à mesure qu'elle s'échauffe, qu'elle prend de l'odeur, qu'elle fermente en un mot, elle diminue en même proportion dans la propriété de donner du gluten; et quand elle est très-altérée, elle n'en fournit plus que quelques flocons détachés qu'on ne peut plus rapprocher, dont on ne peut plus faire une seule masse, un tout ductile. Aussi cette opération, si simple et si facile d'extraire le gluten de la farine, devient une épreuve rigoureuse et exacte pour reconnaître la bonté, la qualité et le bon ou le mauvais état de cette matière utile.

C. *Propriétés physiques.*

13. Le glutineux convenablement préparé ne ressemble à aucune autre matière végétale : c'est un corps mou, tenace,

collant aux doigts lorsqu'ils sont secs, élastique, susceptible de s'alonger quand on le tire, et se remettant dans son premier état lorsqu'il cesse d'être tiré; d'une couleur grisâtre, d'une saveur fade, et d'une odeur à peu près semblable à celle de la liqueur spermatique de l'homme, ou des os rapés fortement frottés.

14. La propriété élastique du glutineux est celle qui caractérise cette substance de la manière la plus singulière. Quand on l'alonge avec la main, elle s'aplatit et s'amincit en s'étendant; elle prend la forme et l'apparence d'une peau blanche, brillante et satinée, comme les aponévroses ou les membranes animales. On lui reconnaît alors un tissu fibreux, dont les filets semblent entrelacés et croisés les uns dans les autres.

15. Sa propriété collante et la forte adhérence qu'il contracte avec beaucoup de corps est encore un de ses caractères les plus prononcés. Lorsqu'on veut le détacher d'une substance quelconque sur laquelle il est déposé, il s'étend en filamens détachés les uns des autres et qui imitent les tissus feutrés : son seul aspect suffit pour le rapprocher des substances animales avec lesquelles on lui reconnaît promptement une analogie frappante. Elle devient cassante par la dessiccation, et ressemble alors à de la colle-forte.

D. *Propriétés chimiques.*

16. Le glutineux se colore en jaune et en brun, et semble se couvrir d'une couche d'huile par son exposition à la lumière. Quand on l'expose à un feu doux, il se soulève, se boursoufle, s'écarte et se remplit de cavités ou de bulles; il se dessèche enfin sans prendre beaucoup de couleur, et en conservant le gris qui le distingue : il devient cassant et inaltérable à l'air comme de la colle-forte. Toute sa ductilité et son élasticité disparaissent. Sur un charbon ardent, ce gluten

sec s'agite comme une fibre animale, se fond, s'allume et brûle en se boursouflant avec une odeur fétide. Si on le distille sec dans une cornue, il fournit peu d'eau ammoniacale, de l'huile brune, fétide, épaisse et abondante, beaucoup de carbonate d'ammoniaque solide et cristallisé, un peu d'acide prussique également dans l'état ammoniacal, du gaz hidrogène carboné huileux; il reste un charbon difficile à incinérer, qui monte à une quantité assez notable, puisqu'elle va à près d'un cinquième du poids du glutineux. Ces produits ont tous l'odeur désagréable de ceux des matières animales mises en distillation; en sorte qu'on pourrait les confondre, et qu'on conçoit très-bien pourquoi les premiers auteurs ont appelé cette substance *végéto-animale*.

17. A l'air, le glutineux se dessèche quand il fait très-sec et qu'il est en petites couches: si l'air est humide et le glutineux en masse, il s'altère et s'y pourrit en s'y boursouflant comme une matière animale. S'il n'est pas entièrement privé d'amidon; s'il en retient entre ses molécules, ce dernier, passant à la fermentation acide, et retardant la putréfaction du glutineux, le porte à un état très-voisin de celui du fromage. Rouelle le jeune montrait dans ses cours du glutineux ainsi préparé et conservé à l'aide du sel en une espèce de fromage analogue à celui de Gruyère ou de Hollande, par son tissu, son odeur et sa saveur.

18. L'eau ne dissout point le gluten, et elle empêche même l'adhérence avec les corps sur lesquels il a le plus de disposition à se coller. On conserve pendant quelque temps le glutineux au fond de l'eau pour empêcher le desséchement de sa surface et son altération à l'air. Quand on fait bouillir de l'eau sur cette substance, elle se serre sur elle-même et devient plus solide qu'elle était: loin de se diviser et de se dissoudre, elle y perd bientôt sa viscosité et son extensibilité. En comparant cette action de l'eau à ce qu'elle fait sur les molécules de gluten pulvérulent de la farine qu'elle amène

en quelque sorte à l'état ductile, on voit que cette matière, dans ce dernier état, est saturée d'eau et ne peut pas en prendre davantage.

19. Tous les acides très-étendus d'eau, les plus faibles même de leur nature, tels que l'acide acéteux, ramollissent le glutineux, le dissolvent et le laissent ensuite précipiter par les alcalis, mais sous la forme d'une matière qui a perdu son liant et sa ductilité, et que Macquer croyait s'être rapprochée des mucilages. Quand les acides sont concentrés, ils agissent d'une toute autre manière sur ce corps. L'acide sulfurique le rend violet, le noircit et le charbonne, le déshidrogène au point d'en dégager un gaz très-inflammable, et le convertit en partie en acide acéteux, partie en ammoniaque. L'acide nitrique en dégage à froid du gaz azote comme d'une matière animale ; il le jaunit, le convertit en partie en acides malique et oxalique, et en flocons huileux ou graisseux jaunâtres : c'est ici une analogie de plus avec les substances animales. L'acide muriatique agit aussi lentement que l'acide sulfurique agit vîte, et contient après un long séjour du muriate d'ammoniaque.

20. Les alcalis purs et un peu concentrés dissolvent le glutineux à l'aide de la chaleur : on peut l'en précipiter par les acides, mais il est altéré et n'est plus élastique. Quand ils sont très-concentrés, ils le convertissent en une espèce de savon, en lui donnant le caractère huileux, et en en dégageant de l'ammoniaque dont ils occasionnent la formation instantanée, pendant qu'on les triture avec le gluten. Les sels, si l'on en excepte le muriate suroxigéné de potasse, qui, par la seule pression, le brûle et l'enflamme avec détonation, n'ont d'autre action sur lui que de le conserver et de le défendre de son altération septique. Les oxides métalliques qu'il réduit plus ou moins le décomposent en le brûlant, ainsi que les dissolutions métalliques.

21. Toutes ces propriétés montrent que le glutineux est un

corps très-différent de ceux des autres matériaux immédiats des végétaux, qu'il se rapproche beaucoup des substances animales, qu'il se comporte comme elles au feu, à l'air, par les acides et les alcalis, qu'il donne sur-tout de l'ammoniaque et de l'huile aussi abondamment que plusieurs de ces substances; et qu'outre l'hidrogène, le carbone et l'oxigène qu'il contient comme toutes les autres matières végétales, il recèle parmi ses élémens de l'azote, qui change singulièrement ses propriétés, et qui lui donne toutes celles qui le rapprochent des composés animaux.

E. *Espèces.*

22. Malgré tout ce que les chimistes ont avancé depuis quarante ans sur la matière glutineuse, découverte à peu près à cette époque, et sur son existence dans divers végétaux en diverses parties des plantes, il est bien certain qu'il n'y a encore que la farine de froment d'où on la retire sous la forme ductile, élastique, extensible et molle qui la caractérise. Il semble même à cet égard que cette plante, l'aliment général de tant d'hommes, soit singulièrement éloignée de tous les autres végétaux connus, puisqu'elle est la seule qui donne ce singulier produit.

23. Pour suivre cependant ce que les plus habiles chimistes ont ou énoncé ou entrevu sur la présence du glutineux dans plusieurs autres végétaux, j'exposerai comme espèces :

A. Le gluten élastique de la farine de froment;

B. Le gluten filamenteux ou floconeux des autres farines céréales, sur-tout celui dont on trouve quelques traces dans l'orge, le seigle et l'avoine;

C. Le glutineux des fécules vertes des plantes, annoncé par Rouelle le jeune, mais non exactement prouvé; celui du linge.

D. Celui que le citoyen Josse dit avoir extrait de l'opium en le traitant par l'eau à la manière de la pâte de farine;

E. La portion de gluten indiquée dans les sèves douces ou acides par le citoyen Deyeux ;

F. La glu, faite comme l'on sait avec les fruits du gui, avec les écorces tendres du houx et de plusieurs autres arbres macérés dans l'eau. Quoiqu'on n'ait pas encore examiné cette substance avec assez de soin, elle présente beaucoup de propriétés analogues à celles du corps glutineux.

24. J'ajouterai à cet énoncé que l'on prépare en pharmacie sous le nom impropre et erroné de pâte de guimauve, une sorte de matière tenace, ductile, élastique et comme glutineuse, avec une dissolution de gomme épaissie à l'aide du sucre, et mêlée de blancs d'œufs bien battus : à la vérité, ce mélange est dissoluble dans l'eau, quoique difficilement. Enfin j'observerai que l'espèce de matière végétale particulière connue sous le nom de caoutchouc ou gomme élastique, a beaucoup de caractères du glutineux, comme je le ferai voir plus bas.

F. *Usages.*

25. On a pensé, d'après la comparaison du glutineux avec les matières animales, que cette substance avait spécialement la propriété nourrissante et réparatrice, qu'elle faisait la base de la nourriture de l'homme qui vit spécialement de pain, et que tel était l'avantage du froment sur les autres plantes alimentaires. Cependant le glutineux seul, présenté aux animaux, ou est rejeté par eux, ou les dégoûte très-promptement ; et il paraît qu'il faut qu'il soit atténué par la fermentation et uni à la matière amilacée acescente pour remplir convenablement cet important usage.

26. Le glutineux sert quelquefois à coller des fragmens de porcelaine, de verre et de poterie : on l'employait à cet usage en France long-temps avant qu'on l'eût extrait et examiné chimiquement. On le sépare dans les laboratoires de chimie pour en examiner les propriétés et les caractères. On ne sait en-

core ni à quelle partie de la semence il appartient dans le froment, ni le rôle qu'il joue dans la germination, la fructification ou la végétation.

ARTICLE X.

Du septième des matériaux immédiats des végétaux ; de l'extractif.

A. *Siége.*

1. Quoique le nom d'extrait ait été donné en pharmacie d'abord à toutes les substances qu'on séparait, qu'on extrayait des végétaux ; quoique cette expression purement pharmacologique ait été particulièrement consacrée à désigner des produits médicamenteux, parce que l'analyse végétale a long-temps été entièrement appliquée à la préparation unique des médicamens, les premiers pharmaciens chimistes plus ou moins distingués qui se sont occupés de tirer des résultats chimiques des opérations pharmaceutiques, ont commencé par distinguer quelques principales espèces d'extraits parmi ceux qu'ils préparaient pour les usages médicinaux.

2. C'est ainsi que Rouelle a reconnu trois principales espèces d'extraits, l'extrait muqueux, l'extrait savonneux et l'extrait résineux. Mais il est évident par l'exposé des propriétés caractéristiques qu'il attribuait à chacun de ces extraits, que ce sont de véritables mélanges de plusieurs matériaux des végétaux qui étaient la cause de ces différences, et que si cette distinction était utile pour reconnaître et séparer les extraits préparés pharmaceutiquement, elle n'était cependant propre

qu'à embrouiller véritablement les idées sous le point de vue chimique.

3. Indépendamment de cette distinction plus lumineuse pour la pharmacie que pour la chimie, il faut concevoir que l'extractif est une matière particulière qui n'est ni muqueuse, ni savonneuse, ni résineuse, mais seulement mêlée de l'une ou de l'autre de ces substances, soit par le travail même de la nature, soit par les procédés qu'on suit pour l'obtenir; qu'on peut le séparer de ces corps plus ou moins difficilement par des moyens chimiques, et qu'ainsi purifié il jouit de propriétés très-caractéristiques et très-différentes de tous les autres matériaux immédiats des plantes. Un de ses caractères les plus prononcés, c'est de se trouver uni ou mélangé avec plusieurs substances différentes, et de n'exister jamais pur dans les végétaux.

4. L'extractif, considéré sous ce point de vue, existe dans beaucoup de parties des plantes, et son siége semble être partout ou en quelque sorte indifférent : cependant on le trouve spécialement dans les parties colorées solides, et vertes ou brunes. Ainsi les racines fibreuses, les troncs et les tiges, les écorces, les feuilles, les fruits ligneux en fournissent plus ou moins abondamment : et voilà pourquoi on a proposé de faire des extraits de toutes les plantes et de toutes leurs parties, sur-tout sous le point de vue médicinal, et, à la vérité, dans l'intention de faire passer, de conserver et de concentrer même les vertus des végétaux dans cette préparation, qui n'avait reçu ce nom d'extrait que parce qu'on la regardait comme une sorte d'abrégé des plantes.

B. *Extraction.*

5. Comme l'extractif est une matière dissoluble dans l'eau quand elle est pure et sans altération, il existe naturellement dissous dans le suc ou la sève des plantes; en sorte qu'il suffit

d'évaporer ces liquides à une chaleur douce et jusqu'à leur donner une forme solide, pour les réduire en extraits : on les nomme quelquefois sucs épaissis dans cet état, comme l'opium, l'aloès, le suc d'acacia, celui d'hypociste, de prunelles, le cachou, l'extrait de bourrache, et une foule d'autres sucs épaissis par la chaleur spontanée du climat et du soleil, ou par la température artificielle des fours, des étuves, etc.

6. Souvent l'extractif, épaissi par les progrès même de la végétation, se trouve solide dans les plantes. C'est spécialement dans les racines, les bois, les écorces, les feuilles ligneuses et sèches que l'extrait existe dans cet état. Alors les chimistes ont imaginé d'appliquer de l'eau froide ou chaude à ces matières végétales, et de continuer cette application jusqu'à ce que ce liquide sortît sans couleur et sans saveur. Cette eau, une fois chargée de la matière extractive, on l'évapore à une chaleur douce jusqu'à ce qu'elle laisse une matière sèche qui est l'extractif.

7. Les extraits que l'on prépare en pharmacie reçoivent de l'artiste différentes modifications suivant que les mélanges divers qu'ils contiennent sont plus ou moins susceptibles de s'altérer ou de rester sans altération, parce que ces préparations, faites pour être conservées, doivent être mises en état de ne pas se décomposer spontanément. Pour cela, ceux qui sont muqueux ou fermentiscibles sont plus fortement épaissis ou évaporés que ceux qui sont amers et plus ou moins résineux. De là les formes et circonstances diverses qu'on donne à ces préparations ; les uns sont mous et comme des miels ; les autres épais, secs et durs comme le cachou, le suc de réglisse ; les autres, en paillettes minces, sèches et cassantes, parce que leur dissolution a été évaporée sur des assiettes à la chaleur d'une étuve : de là les expressions de *rob*, *sapa*, *defrutum*, *sels essentiels* de Lagaraie, qui toutes n'ont que des valeurs relatives et souvent erronées. Il est même utile de faire remarquer ici que le plus grand nombre des extraits pharma-

ceutiques sont plus ou moins altérés, brûlés, charbonnés, par le genre même d'évaporation forte et long-temps continuée qu'on leur a fait éprouver ; et que ceux qui ont été évaporés lentement ont subi par l'oxigène atmosphérique un autre genre d'altération dont je parlerai bientôt.

C. *Propriétés physiques.*

8. L'extractif pur est un corps solide, lamelleux et transparent quand sa dissolution a été évaporée en couches minces, grenues et en masses opaques quand sa dissolution a été traitée en grande quantité et par une forte évaporation, coloré en brun plus ou moins rouge ou foncé, d'une saveur presque toujours plus ou moins sensiblement amère, ou âcre, ou acerbe, toujours acide.

9. Il est si rare que l'extractif soit isolé dans les extraits, que les propriétés que je viens d'indiquer y sont susceptibles d'une foule de modifications ou de variations qui empêchent d'en décrire les caractères d'une manière univoque. En cherchant cependant ceux des caractères qui m'ont paru plus spécialement propres à l'extractif, j'ai trouvé que sa coloration en brun, et la propriété d'absorber l'oxigène qui le rend indissoluble, étaient ceux qui semblaient lui appartenir exclusivement ; qu'ensuite la saveur, la consistance, l'altérabilité plus ou moins forte y étaient modifiées d'une manière très-variée, suivant la quantité et la nature diverses des matières qui lui étaient unies par la nature.

D. *Propriétés chimiques.*

10. Il n'en est pas de l'extractif comme de la plupart des autres matériaux immédiats des végétaux ; il a été cependant si long-temps confondu avec plusieurs d'entre eux ; des mélanges ou combinaisons de quelques-uns de ces corps ont été

si long-temps pris pour lui, qu'on n'en a point déterminé facilement les propriétés chimiques, et qu'il m'est impossible de les exposer dans le même ordre ou avec la même méthode que celle que j'ai suivie jusqu'ici pour les autres matériaux. J'ai, le premier, cherché cependant à répandre quelque jour sur cette partie de l'analyse végétale si obscure et si négligée jusqu'ici, comme on peut le voir dans mon Examen du quinquina de Saint-Domingue, inséré dans les Annales de Chimie. Depuis, le citoyen Vauquelin a repris cet utile travail et il l'a poussé beaucoup plus loin. Pour faire concevoir comment il est parvenu à déterminer la nature chimique de l'extrait, je le suivrai ici dans la série des observations et des expériences qui l'ont guidé dans cette recherche, en faisant voir quels sont les rapports de son travail avec ce que j'avais décrit d'abord dans l'ouvrage cité.

11. C'est en examinant la sève des arbres que ce chimiste a été conduit à la connaissance de l'extractif. En considérant ce principe dissous dans l'eau de végétation, il remarque que ce liquide sans couleur au moment où il sort de ses canaux, en prend une plus ou moins brune par son exposition à l'air ; que les sucs exprimés des plantes deviennent également bruns ou fauves par le contact de l'air et de la lumière; que pendant leur évaporation il se forme à leur surface une pellicule brune ou rougeâtre qui se brise en flocons, qu'il se présente de pareils flocons bruns au milieu de ces liqueurs, que ce phénomène ayant lieu également dans la préparation des extraits pharmaceutiques, les flocons dont il est question s'y trouvent confondus avec l'extrait desséché, et que c'est pour cela que quand on dissout celui-ci dans l'eau, il reste toujours une portion de matière brune ou noirâtre qui ne se dissout point ; que plus l'évaporation est longue, plus il y a de points en contact entre l'air et la liqueur extractive, plus il se forme de matière indissoluble : de sorte qu'en continuant successivement les dissolutions et les évaporations de

l'extrait, il n'est pas douteux qu'on ne parvînt à rendre tout ce corps floconeux et indissoluble. Ces premiers faits sont d'accord entièrement avec ce que j'ai dit sur le produit des décoctions du quinquina de Saint-Domingue, et de la nature de l'extractif en général, dont le principal caractère consistait, suivant moi, dans son absorption d'oxigène et son indissolubulité qui la suivait.

12. La dissolution de tous les extraits pharmaceutiques dans l'eau rougit la teinture de tournesol. Toute dissolution d'extrait préparé par l'évaporation d'un suc de plante donne, par quelques gouttes d'ammoniaque, un précipité brun plus ou moins foncé, formé de chaux et de la partie extractive devenue insoluble. L'acide sulfurique concentré jeté sur un extrait en dégage une vapeur acide très-pénétrante, et on en retire de l'acide acéteux faible en distillant le mélange d'une partie d'extrait avec une demi-partie d'acide sulfurique étendu de quatre parties d'eau. Ainsi les extraits contiennent de l'acide acéteux libre qui rend leur saveur aigre, qui les fait rougir le tournesol, et de l'acide acéteux combiné, que l'acide sulfurique en dégage bien plus abondamment. En mêlant avec de l'extrait délayé dans un peu d'eau de la chaux vive en poudre, il s'élève une vapeur piquante d'ammoniaque, qu'on peut en obtenir par la distillation. Si après avoir distillé un extrait avec l'acide sulfurique pour en séparer l'acide acéteux, on traite le résidu par l'alcool qui dissout l'extrait, on trouve dans le résidu du sulfate de potasse, du sulfate de chaux et du sulfate d'ammoniaque.

13. Il est évident, d'après les faits, qu'outre le mucilage, le corps sucré, la gélatine, les acides végétaux divers, la résine, qui se trouvent si fréquemment mêlés à l'extractif dans les extraits pharmaceutiques, ils contiennent constamment de l'acide acéteux, des acétites de potasse, de chaux et d'ammoniaque. On sait encore qu'ils tiennent souvent du sulfate de potasse, du muriate de potasse, du sulfate de chaux, dont on

peut déterminer l'existence et la proportion en les examinant avant de les traiter par l'acide sulfurique, et en comparant la proportion de ces produits salins à celle qu'ils fournissent après l'addition de cet acide étranger. Il faut y ajouter encore le nitrate de potasse, qui se trouve si abondamment et si fréquemment dans les sucs des plantes et dans leurs extraits. Il est vrai que celui-ci paraît provenir du terrain même où plongent les racines.

14. Ces premiers faits n'appartiennent encore qu'aux matières qui accompagnent assez constamment l'extractif, et ne sont pas spécialement caractéristiques de ce principe. En se rappelant cependant que ceux que je lui ai déja attribués sont la coloration en brun par le contact de l'air, la précipitation et la séparation de l'eau en pellicules ou en flocons colorés indissolubles par l'absorption de l'oxigène, et la précipitation des sucs qui les tiennent en dissolution par l'addition de l'ammoniaque; on pourra reconnaître que les faits suivans, ajoutés à ceux-là par le citoyen Vauquelin, conduisent à bien distinguer l'extractif et à déterminer sa nature particulière avec plus d'exactitude qu'on ne l'a encore fait jusqu'ici.

15. En versant dans une dissolution d'extrait quelconque une dissolution de sulfate d'alumine dont on a saturé l'excès d'acide, et en faisant bouillir quelque temps ce mélange, il se forme dans la liqueur un précipité floconeux très-abondant, qui est composé d'alumine et de matière végétale devenue indissoluble dans l'eau : la solution d'extrait a perdu par là toute sa couleur. Presque tous les sels métalliques font naître le même effet : la dissolution d'étain, sur-tout, forme dans celle de l'extrait un précipité brun floconeux très-abondant, composé d'oxide d'étain et de l'extractif devenu indissoluble. L'acide muriatique oxigéné, versé dans une dissolution d'extrait, y forme sur-le-champ un précipité jaune foncé, et la liqueur n'a plus ensuite qu'une légère couleur citrine, en retenant de l'acide muriatique ordinaire.

16. En imprégnant de dissolution d'alun, ou en alunant de la laine, du coton ou du fil, et en les trempant ensuite dans une dissolution d'extrait qu'on fait bouillir pendant quelques temps, ces corps blancs se colorent fortement en brun fauve, se chargent de la plus grande partie de l'extractif, qui se dépose à leur surface, et décolorent plus ou moins complétement la dissolution qu'on peut entièrement épuiser d'extrait en répétant ou en forçant ce procédé. On obtient le même résultat absolument en imprégnant la laine ou le coton de dissolution de muriate d'étain. On réussit encore bien mieux à séparer totalement de l'eau et à précipiter solidement sur les tissus la matière colorante de l'extractif, en laissant tremper de la laine, du coton ou du fil pendant quelque temps dans l'acide muriatique oxigéné, et en les plongeant ensuite dans une dissolution d'extrait : l'oxigène abandonne l'acide, se porte sur l'extrait, l'enlève à l'eau, le précipite sur le tissu qui l'attire d'ailleurs en particulier.

17. Tous les extraits, quels qu'ils soient, soumis à la distillation, donnent un produit acide en partie saturé d'ammoniaque, et qui contient beaucoup plus de ce dernier corps qu'on n'en sépare à l'aide de la chaux ou des alcalis. Ainsi l'extractif, outre la portion d'ammoniaque toute formée qui y existe, contient de plus les matériaux de cet alcali, qui se réunissent par l'action du feu. Lorsqu'on abandonne à elles-mêmes les dissolutions des extraits dans l'eau, l'extractif s'y décompose spontanément à l'aide du temps; les liqueurs se troublent, déposent des flocons muqueux abondans, se couvrent de moisissures diverses, répandent des odeurs variées, donnent de l'ammoniaque et laissent à la fin pour produits fixes de cette putréfication des carbonates de potasse et de chaux.

18. On peut tirer de toutes ces expériences comparées les résultats suivans :

a. Les extraits pharmaceutiques sont des substances com-

plexes, composées de matières très-hétérogènes, dont quelques-unes sont assez constantes, et les autres accidentelles, dépendant souvent de la nature du sol où les végétaux ont crû.

b. Les substances qui accompagnent constamment l'extractif dans les extractifs pharmaceutiques, sont l'acide acéteux libre, les acétites de potasse, de chaux et d'ammoniaque. Celles qui y sont accidentelles varient tellement suivant une foule de circonstances diverses, qu'il est impossible d'en faire état; tous les matériaux immédiats des plantes qui sont dissolubles dans l'eau, appartiennent à cet ordre de corps accidentels dans les extraits, et ils peuvent s'y rencontrer une ou plusieurs à la fois : c'était d'après eux que Rouelle avait fait ses trois classes d'extraits, mais elles sont très-incomplètes, très-insuffisantes et très-inexactes.

c. L'extractif, considéré isolément de toutes les matières étrangères à la nature, soit constantes, soit accidentelles, est une substance distincte très-différente de tous les autres matériaux immédiats des végétaux; il est caractérisé par son attraction pour l'oxigène, par la manière dont il l'enlève à l'air, à l'acide muriatique oxigéné, aux oxides métalliques, par l'indissolubilité qu'il prend en s'y unissant, par la couleur brune qu'il contracte à mesure qu'il s'y combine, par son union avec l'alumine, avec les oxides métalliques, et par son adhérence aux tissus à l'aide de ses mordans, par la séparation de l'eau opérée à l'aide de l'acétite de chaux qui y est constamment mêlé et de l'ammoniaque qu'on y ajoute; séparation qui est due à la double attraction élective de la chaux pour l'extractif, avec lequel elle se précipite indissoluble, et de l'ammoniaque avec l'acide acéteux.

d. L'extractif est une espèce d'oxide à radical triple, ou un composé de carbone, d'hidrogène, d'azote et d'oxigène, qui n'est pas saturé de ce dernier principe, qui peut en absorber beaucoup plus qu'il n'en contient. Il se rapproche beau-

coup par ses propriétés, et il ne diffère que par la proportion de ses principes primitifs, de la matière que les teinturiers nomment *couleur* ou *partie colorante*.

e. Les propriétés qu'ont les extraits les plus purs d'attirer l'humidité de l'air, et de se ramollir quand on les y expose, n'appartient point à l'extractif, mais seulement à l'acétite de potasse qu'ils contiennent, et on pourrait même déterminer par leur déliquescence la proportion de ce sel qui y est contenue. Il y a lieu de croire que les vertus reconnues par les médecins dans les extraits ne sont dues qu'aux acétites qui leur sont toujours unis, et ne dépendent que très-peu de l'extractif proprement dit.

19. Il ne faut pas cependant conclure de tous ces faits que la nature de l'extractif, supposé dépouillé de toutes les matières diverses qu'il contient, est parfaitement identique dans tous les végétaux. Il est au contraire vraisemblable que les proportions de ces principes primitifs varient un peu, quoiqu'il le soit également; que ce n'est point à cette variation primitive des principes qu'est due la différence si saillante de vertus que les médecins ont observée dans l'opium, l'extrait de quinquina, celui de concombre sauvage, de belladone, de ciguë, de stramonium, matières si éloignées les unes des autres, mais que c'est plutôt à quelques substances particulières ajoutées, dans chacun de ces corps, à l'extractif proprement dit, qu'il faut rapporter leur manière d'agir différente.

E. *Espèces*.

20. On doit voir, d'après ce qui vient d'être exposé dans les numéros précédens (8 à 19), que le nombre des espèces d'extraits peut être très-considérable, si l'on voulait établir entre elles des distinctions fondées sur leurs propriétés individuelles. Il faudrait alors en reconnaître autant que de plantes diverses qui peuvent en fournir. Suivant chaque matière

particulière ajoutée à l'extractif, il serait alors nécessaire de multiplier singulièrement cette classification des extraits ; d'un autre côté, si l'on n'y considérait que l'extractif proprement dit, et qu'on fît abstraction de toutes les substances qui peuvent y être ajoutées, il n'y aurait point encore assez de connaissances acquises pour distinguer avec quelque précision la véritable différence qui les sépare les uns des autres.

21. En tenant une sorte de milieu entre les deux limites qu'il n'est point encore permis à la science d'atteindre, on peut continuer de se servir, mais seulement pour l'usage pharmaceutique, de la distinction admise par Rouelle, et reconnaître ;

A. Des sucs épaissis ou des extraits *muqueux* parmi lesquels on rangera le rob de groseille, le suc de réglisse, l'extrait de genièvre.

B. Des sucs épaissis et des extraits *savonneux* auxquels on rapportera le suc ou extrait de bourrache, le suc d'acacia, celui d'hypociste, de prunelles, le cachou, l'extrait de quinquina.

C. Des sucs épaissis ou des extraits *extracto-résineux* qui offriront, parmi leurs espèces les plus remarquables, l'opium, suc très-compliqué, contenant, avec l'extractif, une huile et une résine visqueuse, un mucilage, un gluten et un sel ; l'aloès, mal-à-propos rangé parmi les gommes-résines, l'élaterium ou suc de concombre sauvage ; l'extrait de rhubarbe.

22. Il manque encore beaucoup trop d'expériences sur les extraits pharmaceutiques pour pouvoir même classer convenablement, quoique encore peu exactement dans l'une ou l'autre de ces trois divisions la plupart de ceux qu'on prépare et qu'on emploie en médecine ; tels que les extraits de gentiane, de trèfle d'eau, d'aunée, de ciguë, de belladone, de pulsatille, de cerfeuil, de fumeterre, de patience, de centaurée, de chicorée, de tormentille, de safran ; encore ne citai-je ici que les principales et les plus employées de ces préparations,

car les dispensaires en contiennent une foule d'autres également inconnues par rapport à leur classification.

F. *Usages.*

23. On a fait autrefois un beaucoup plus grand usage des extraits en médecine : on en emploie au plus une vingtaine d'espèces aujourd'hui dans les pharmacies, en y comprenant encore ceux qu'on prépare en grand dans le commerce. On a vu que pour la plupart, exceptés ceux qui sont vireux, narcotiques, vénéneux, ou fortement astringens et fébrifuges, leurs principales vertus apéritive, fondante et purgative, peuvent être attribuées à l'acétite de potasse qu'ils contiennent.

24. On peut ajouter à cet usage médicinal, regardé jusqu'ici comme le seul dans tous les ouvrages de chimie, qu'il en est un beaucoup plus fréquent, beaucoup plus important pour la société; c'est celui qu'il a dans la teinture. Toutes celles que les teinturiers nomment couleurs de racines ou même de bois, ne sont que des extraits en dissolution dans laquelle ils trempent, tiennent plus ou moins long-temps plongés pendant leur ébullition des fils et des étoffes imprégnés auparavant de dissolution d'alun ou d'un autre mordant pour y précipiter et y fixer l'extractif. J'y reviendrai dans un des articles suivans.

ARTICLE XI.

Du huitième des matériaux immédiats des végétaux ; de l'huile fixe.

A. *Siége.*

1. L'huile ou le corps huileux en général, est un des matériaux immédiats des végétaux les moins dissolubles dans l'eau, et qui se distingue éminemment de tous les autres par sa propriété combustible et par la flamme vive qu'il répand pendant sa combustion. Il y a long-temps qu'on a remarqué, pour la première fois, que l'huile était formée par les végétaux, et un des produits de la végétation; qu'il n'y avait pas d'huile minérale proprement dite, et que celle que l'on trouvait quelquefois parmi les fossiles était originaire des plantes et ne pouvait être composée dans l'intérieur de la terre.

2. L'huile fixe a pour caractère spécial et distinctif de ne pas s'élever facilement et sans altération en vapeur par l'action du feu ; et on l'oppose par ce caractère à l'huile volatile. On la nommait autrefois huile grasse, *oleum unguinosum*; huile douce, parce qu'elle jouit de l'une et de l'autre de ces propriétés; et huile par expression, parce que c'est constamment par cette opération qu'on l'obtient.

3. Parmi les propriétés qui la distinguent, je remarque spécialement celle de n'être contenue que dans une seule partie des végétaux ; savoir, leurs semences. En vain la chercherait-on dans d'autres organes ; on ne la trouve jamais ni dans les racines, ni dans les tiges et les écorces, ni dans les feuilles, ni dans les fleurs. Quelquefois, quoique rarement, elle est située dans le parenchyme ou la chair de certains fruits ; encore parmi les plantes oléifères nombreuses de nos climats, ne peut-on citer que l'olive qui la contienne dans le brou et au dehors

de son noyau. Ordinairement elle n'existe que dans les cotylédons des graines, et elle ne se trouve même que dans celles à deux cotylédons. Je ne connais pas d'exemple d'une plante monocotylédone dont la semence soit huileuse.

4. Toutes les graines dicotylédones, qui contiennent de l'huile, sont en même temps chargées de mucilage et de fécule, et elles ont toutes un caractère qui les fait reconnaître: c'est celui de former, avec l'eau dans laquelle on les broie, une liqueur blanche qu'on nomme émulsion, lait d'amande, ou amandé; on les appelle à cause de cela semences ou graines émulsives. Elles doivent manifestement cette propriété à l'huile qu'elle recèlent entre les molécules de leur parenchyme. L'eau, en dissolvant le mucilage et en éparpillant en quelque sorte, entre ses propres particules, celles de l'amidon, retient suspendues des gouttelettes d'huile qui lui ôtent sa transparence et qui lui donnent une opacité et une blancheur laiteuses. Aussi quand on garde long-temps ce lait d'amande avec le contact de l'air, il se sépare à sa surface et sous la forme d'une espèce de crême un peu grise ou demi-transparente, une portion de cette huile; cette couche, séparée à la surface, forme même, au bout de quelques jours, de véritables gouttes huileuses. Pendant cette séparation une partie de la fécule se dépose en poudre blanche, et la liqueur éclaircit à mesure que cette double séparation des deux matières qui y étaient disséminées s'opère par le repos. Les acides produisent cette espèce de décomposition beaucoup plus promptement et fortement.

5. C'est un fait qui n'a point assez frappé encore l'esprit des chimistes que cette présence exclusive de l'huile fixe dans l'intérieur des semences dicotylédones. Elle peut cependant jeter du jour sur quelques traits de la physique végétale, puisqu'elle tient manifestement à la structure, à la nature intime et aux fonctions des semences. Je me contenterai de faire observer ici, d'une manière générale, que l'huile fixe,

qui est douce et nutritive, accompagne l'embryon dans la graine, comme le poulet dans l'œuf; qu'elle est placée dans un lieu particulier de ces graines, comme l'huile d'œuf l'est dans le jaune; qu'elle donne à la masse des cotylédons la propriété de faire avec l'eau une espèce de lait végétal, comme celle de l'œuf donne au jaune la propriété de faire avec l'eau ce qu'on nomme assez exactement lait de poule; qu'enfin elle contribue, dans le temps de la germination, à la première nourriture de la plantule comme le jaune sert à la nourriture du poulet pendant l'incubation et avant qu'il sorte de l'œuf, et qu'elle semble caractériser les plantes dicotylédones opposées aux monocotylédones, comme les animaux ovipares, dont les petits n'ont que cette sorte de lactation dans l'œuf, le sont aux vivipares, auxquels les mères fournissent du lait après leur sortie de la matrice.

B. *Extraction.*

6. L'huile fixe étant toute contenue et toute formée dans le parenchyme des semences ou de quelques fruits, il suffit de presser plus ou moins fortement ce parenchyme pour la faire couler au dehors et pour l'obtenir isolée. Mais la manière même dont elle est contenue ou enfermée dans le parenchyme; son abondance comparée à celle des autres substances qui sont mêlées avec elle, ou dont ses molécules sont enveloppées; son état plus ou moins liquide et plus ou moins disposé à couler, sont autant de circonstances qui doivent influer sur l'art de l'extraire, et déterminer des modifications dans la pratique de cet art.

7. Souvent il suffit de broyer les semences, de les réduire à une espèce de pulpe ou de gâteau, de soumettre ensuite cette pâte, renfermée dans des sacs de crin ou de toile, à l'effort de la presse, pour que l'huile en sorte et puisse être facilement recueillie. C'est ce qu'on fait, dans les laboratoires

de pharmacie, pour obtenir l'huile d'amandes et l'huile de lin douce ; on les nomme alors huiles tirées sans feu ; et l'on suit un procédé à peu près semblable ou aussi simple, pour extraire l'huile de noisettes ou d'avelines, celle de noix, celle de chenevis, de colza, de navette, même l'huile d'olive, l'huile de faîne, l'huile d'œillet ou de pavot, et un grand nombre d'autres, analogues à celles-ci par leur nature et leurs usages.

8. Mais on observe que la plupart des semences ne donnent par ce procédé qu'une petite portion d'huile, et que si elle est très-pure et très-douce, telle qu'elle convient pour les usages médicinaux, elle est trop chère à cause de son peu d'abondance pour la plupart des besoins de la vie ou des arts auxquels elle est destinée. On trouve même quelques semences qui, contenant avec l'huile une quantité plus ou moins grande de mucilage gommeux ou de fécule légère et très-divisée, ou ne donnent presque point d'huile par la simple expression de leur pâte à froid, ou n'en donnent qu'avec une extrême difficulté. Celles même d'où on a tiré par le premier procédé toute l'huile douce et fixe qu'elles peuvent fournir, en retiennent encore après qu'on en a extrait une assez grande abondance pour qu'il ne soit plus possible d'en obtenir beaucoup par une seconde manipulation.

9. Dans les cas que je viens d'indiquer, on emploie la chaleur plus ou moins forte, suivant les substances auxquelles on a affaire, suivant la nature de l'huile plus ou moins épaisse qu'elles contiennent, de la fécule ou du mucilage, du sein desquels il faut la retirer, suivant les usages plus ou moins importans auxquels on la destine. Quelquefois on se contente de chauffer des plaques d'étain, qui s'appliquent immédiatement aux pâtes des graines, et qui les compriment par le rapprochement des pièces de la presse, pour donner plus de fluidité à l'huile, comme on le fait pour les amandes douces ; d'autrefois on expose la pâte elle-même à la vapeur de l'eau bouillante, pour la pénétrer d'une chaleur douce, qui

favorise la séparation et l'écoulement du suc huileux. Pour des huiles moins importantes, on grille plus ou moins fortement les graines, afin d'en épaissir ou d'en sécher le mucilage et la fécule, d'en rapprocher les molécules huileuses de la surface, et de commencer à en faire transpirer les gouttes au dehors. Ce dernier procédé est sur-tout employé pour les semences très-muqueuses, très-visqueuses, et contenant en même temps beaucoup d'eau. Les huiles que l'on tire par cette manipulation, qu'on emploie pour les graines de lin, le chenevis, sont moins pures, moins douces, moins fines que les premières; elles sont aussi plus colorées; mais elles sont en même temps plus abondantes et plus faciles à conserver. Quand on a trop grillé les semences, l'huile est rougeâtre et a un goût plus ou moins fort de brûlé ou d'empyreume.

10. L'huile fixe qu'on obtient par les procédés indiqués est toujours mêlée et même combinée avec quelques substances étrangères, et spécialement avec du mucilage, de la fécule amilacée et de la fécule colorée. Souvent ces trois corps, et spécialement les deux derniers, se déposent spontanément du liquide huileux, quand on le garde et qu'on le laisse reposer; on voit des flocons muqueux, des fibrilles colorées ou de petites poussières féculentes se précipiter peu à peu au fond de ces huiles; celles-ci, opaques ou troubles d'abord au moment où les efforts de la presse les ont fait sortir de la pâte des semences, s'éclaircissent seules et deviennent plus ou moins transparentes et pures. La portion grossière du parenchyme qui a été entraînée avec les premières portions d'huile exprimée, se sépare et se précipite la première, ensuite la fécule verte et colorée, puis la fécule amilacée; enfin, le mucilage gommeux se dépose le dernier, et souvent même il en reste une portion en véritable dissolution ou combinaison avec le suc huileux: c'est cette portion qui forme ce que Schéele a nommé le principe doux des huiles, dont je parlerai plus bas. C'est elle qui donne à l'huile, quand on la brûle, les

flocons épais qui la troublent et qui diminuent plus ou moins sa combustibilité. Quelquefois une portion de la fécule verte, comme on le voit dans l'huile d'olive, reste en dissolution dans ce corps, et lui communique sa couleur et la saveur du fruit.

11. On voit par ce qui précède que le repos seul n'est pas toujours suffisant pour purifier les huiles ; la filtration à travers des tamis ou des linges à mailles plus ou moins larges, propres à séparer la partie grossière, n'est encore qu'un moyen mécanique qui n'enlève que les parties étrangères qui y sont interposées : le temps en débarrasse bien, sur-tout pour certaines huiles, une portion du mucilage ou de la fécule légère qui y sont dissouts ; mais il en est une autre partie, et quelques huiles contiennent beaucoup de celle-ci, qui y reste véritablement dissoute, qui ne s'en sépare jamais par le repos, au moins sans que l'huile elle-même éprouve une altération, et qui communique à ces corps des propriétés qui s'opposent à la réunion des avantages qu'on y recherche. C'est sur-tout pour les rendre plus pures, et plus facilement ainsi que plus complétement combustibles, qu'on cherche, par divers procédés, à les débarrasser des substances étrangères qui leur sont unies. La chimie n'a point encore déterminé exactement les divers états des huiles à brûler, et les véritables causes de leurs mauvaises qualités. Aussi les procédés qu'on emploie dans quelques manufactures ou dans quelques ateliers pour purifier ces huiles, sont des espèces de pratiques empiriques, ou des méthodes que la science n'a point encore appréciées.

12. Ces procédés des arts ou des ateliers à huile sont très-diversifiés, et souvent même des espèces de secrets. Il paraît que dans quelques-uns, après avoir laissé reposer et filtrer les huiles, ils les battent avec l'eau ; dans d'autres on les chauffe doucement et plus ou moins long-temps. Il en est où l'on traite les huiles par les acides étendus d'eau ; et ce procédé doit

en effet en séparer du mucilage. Il en est d'autres où on les traite par la chaux ou les alcalis, qui paroissent absorber un acide tenant le mucilage en dissolution, et favoriser la précipitation de ce mucilage. On assure encore que dans quelques ateliers on se sert d'alun, tandis que dans d'autres on emploie de la craie, du plâtre, de l'argile ou de la cendre pour opérer la purification des huiles. Il est évident que si chacun de ces moyens réussit, il faudra conclure que les matières qui rendent les huiles impures varient suivant les espèces; mais il est beaucoup plus important d'observer ici qu'un examen chimique exact de ces liquides pourra seul donner sur cet objet les lumières que cette science est susceptible de répandre, et qu'après cet examen il n'y aura plus d'obscurité dans cet art utile à la société.

C. *Propriétés physiques.*

13. L'huile fixe est ordinairement un liquide un peu épais ou visqueux, formant des stries adhérentes au verre, d'une saveur douce ou fade, quelquefois un peu acerbe ou analogue à celle de la plante d'où elle provient, sans odeur qui lui soit particulière, mais souvent aussi imprégnée de celle qui appartient à la graine d'où elle est retirée.

14. L'huile fixe n'est jamais entièrement dépourvue de couleur; souvent elle en a une verdâtre ou jaunâtre: celle qui est verte quand elle est récente perd cette nuance avec le temps et en prend une jaune, qui, à la longue, se fonce et tire sur l'orangé ou le rouge. En général elle est plus légère que l'eau, nage à sa surface; et sa pesanteur spécifique, celle de l'eau étant 1000, varie entre 9403 pour l'huile de lin, et 9153 pour l'huile d'olive.

15. Ce corps, exposé au froid, se congèle et se cristallise même, ou prend une forme solide et grenue par le refroidissement; mais cette propriété y varie singulièrement, suivant

les espèces : il en est qui se figent à cinq ou six degrés au-dessus de o, et d'autres au contraire ne se congèlent qu'à dix ou douze degrés au-dessous de o ; il en est même qui ne se prennent jamais par le froid. On observe généralement que celles qui se figent le plus promptement, comme l'huile d'olive, sont les moins altérables, les moins changeantes, et que celles au contraire qui sont très-difficilement congelables sont les plus sujettes à se gâter, à se rancir, ect.

D. *Propriétés chimique.*

16. L'huile fixe, exposée au feu, ne se volatilise que quand elle est bouillante, et voilà ce qui lui a fait donner son nom ; mais dans cette volatilisation elle est altérée, perd quelques-uns de ses principes, tend à se décomposer ; leur carbone se met en partie à nu à mesure qu'on les chauffe ; leur portion volatilisée est plus hidrogénée et plus légère ; il se forme de l'eau et un acide analogue à celui des graisses, qu'on nomme *sébacique*. Il reste dans la cornue des traces noires et charbonneuses ; il se dégage du gaz hidrogène carboné. Tel est l'ensemble des phénomènes qui ont lieu dans la distillation des huiles, que les anciens chimistes faisoient pour obtenir ce qu'ils appeloient *huile des philosophes*. Le volume d'air contenu dans les appareils y contribuait aussi plus ou moins efficacement, puisqu'il y a d'autant plus d'eau formée et de carbone mis à nu, qu'il y a plus de grandeur et d'espace dans les vases distillatoires : de sorte qu'en recommençant un grand nombre de fois la distillation de la même huile dans de nouveaux appareils, chaque fois on finit par la réduire presque entièrement en eau, en gaz acide carbonique, en gaz hidrogène carboné et en charbon.

17. Les phénomènes de la combustion de l'huile, quand on la chauffe avec le contact de l'air, sont les mêmes que les précédens, excepté que la décomposition en est plus rapide et

plus complète. On sait qu'elles ne peuvent pas brûler sans être fortement chauffées ; que la mêche employée dans les lampes a pour usage d'élever, portion par portion, l'huile en vapeur ; que dans l'ingénieuse lampe d'Argan et Lange, en disposant la mêche circulairement, en l'enveloppant d'un double courant d'air, en augmentant l'activité de celui-ci par l'addition d'un canal transparent de verre autour de la mêche, et sur-tout en donnant un rétrécissement à ce canal au lieu même où l'extrémité de la mêche a coutume de laisser exhaler de la fumée, la combustion de l'huile est infiniment plus complète et plus prompte, la flamme plus brillante, la fumée et l'odeur nulles, parce que l'une et l'autre sont entièrement détruites, et que le produit de cette combustion parfaite n'est que de l'eau et de l'acide carbonique. 100 parties d'huile doivent donner 130 parties d'eau, parce qu'elles contiennent, suivant Lavoisier, 21 parties d'hidrogène, et 203 parties d'acide carbonique, parce qu'elles tiennent, suivant le même auteur, 79 parties de carbone : or la somme de ces deux produits étant de 333, il faut ajouter 233 parties d'oxigène à 100 parties d'huile, pour la faire brûler. Ce résultat, qui n'est pas certainement encore d'une grande exactitude, mais qui approche du vrai, autant qu'il est possible, dans une première tentative, suppose, à la vérité, qu'il n'y a pas d'oxigène dans une huile fixe, qu'elle n'est composée que de carbone et d'hidrogène, et il est vraisemblable qu'il contient quelque erreur sous ce point de vue ; mais il est toujours certain et vérifié que l'huile ne se réduit qu'en eau et en acide carbonique par sa combustion, qu'elle donne plus d'eau et également plus d'acide carbonique que son propre poids.

18. Il arrive un tout autre effet à l'huile fixe, quand on l'expose à l'air sans la chauffer, comme pour l'enflammer ; elle s'épaissit peu à peu, elle devient concrète, opaque, blanche, grenue, et analogue au suif. Ce changement est très-prompt, et n'exige que quelques jours, si l'on étend beaucoup l'huile

à la surface sur l'eau, comme le citoyen Berthollet l'a découvert. Cet effet est dû à l'oxigène qu'elles absorbent lentement; elles deviennent une espèce de cire; elles éprouvent même ce phénomène dans les végétaux vivans, par une disposition que je décrirai dans l'article suivant. Quelques huiles fixes deviennent sèches, et on nomme celles-là siccatives. Les unes éprouvent la *cérification* ou la *sébification* très-promptement; les autres, au contraire, très-lentement; il en est qui, en s'épaississant, prennent un caractère d'acide sébacique qui se manifeste dans leur saveur et leur odeur; elles sont alors rances, rougissent les couleurs bleues végétales, ne peuvent plus servir d'aliment ou d'assaisonnement: il se forme aussi en même temps un peu d'eau qui présente des gouttelettes à leur surface, ou qui s'évapore dans l'air. Il y a donc dans cette action lente de l'air trois effets bien distincts sur les huiles fixes. Le premier est une simple absorption de l'oxigène atmosphérique qui les épaissit, et tend à les convertir en cire; le second est un dégagement de leur hidrogène, qui brûle à leur surface, forme de l'eau, et les dessèche elles-mêmes sans les cérifier; le troisième est la production de l'acide sébacique qui dépend d'une union nouvelle, et dans une proportion déterminée d'hidrogène, de carbone et d'oxigène: c'est la rancidité. Chaque espèce d'huile fixe éprouve d'une manière différente l'un ou l'autre de ces effets, tantôt isolé, tantôt réuni; de sorte que les unes sont cérifiables, les autres siccatives, et les troisièmes *rancescibles*. Il y en a quelques-unes qui n'éprouvent qu'avec beaucoup de peine l'une ou l'autre de ces altérations. Ces diverses modifications dans l'altérabilité des huiles dépendent de leur combinaison primitive, de la proportion de leur constitution élémentaire, et il deviendra facile d'en reconnaître la différence et la cause, lorsqu'on aura fait l'analyse des principales espèces qui appartiennent à l'un ou à l'autre de ces genres; car on verra plus bas que pour distinguer des espèces, il faut les partager suivant ces propriétés.

19. Les corps combustibles simples s'unissent plus ou moins facilement à l'huile fixe ; l'hidrogène en gaz ne s'y unit qu'avec peine.

Le carbone dans l'état de charbon, à travers lequel on filtre l'huile, contribue à la purifier ou à la blanchir sans s'y unir sensiblement.

Le phosphore s'unit aux huiles à l'aide de la chaleur ; il s'y fond, s'y dissout dans une petite proportion, leur communique la propriété lumineuse quand on les frotte dans l'air ; et c'est de cette dissolution qu'on se sert pour rendre des surfaces quelconques lumineuses et phosphoriques dans l'obscurité. Quand on dissout à chaud tout le phosphore que l'huile peut dissoudre, en la laissant refroidir, une partie du phosphore se dépose par le refroidissement, et se cristallise en octaèdres transparens. En distillant l'huile phosphorée, on en obtient du gaz hidrogène phosphoré.

Le soufre s'unit facilement à l'huile fixe à l'aide de la chaleur ; il en résulte une dissolution rougeâtre qu'on a nommée autrefois *rubis de soufre* à cause de sa couleur. Cette dissolution dépose du soufre cristallisé par le refroidissement ; c'est même le seul procédé par lequel Pelletier est parvenu à obtenir le soufre cristallisé en octaèdres. Lorsque le refroidissement est trop prompt, il se précipite du soufre jaune en aiguilles. Si l'on distille cette huile sulfurée, qui a une odeur fétide, on obtient beaucoup de gaz hidrogène sulfuré, sans que le soufre s'en sublime dans son état concret et isolé.

Quelques huiles ont une action sur les métaux les plus faciles à oxider ; elles hâtent leur oxidation et favorisent l'absorption de l'oxigène atmosphérique ; mais cet effet est en général faible et lent. Les oxides métalliques ont une action bien plus marquée sur les combustibles végétaux ; à l'aide de la chaleur, ils cèdent une portion de leur oxigène aux huiles, qui s'épaississent alors et forment en général les matières connues sous le nom d'*emplâtres*. Dans cet état, elles forment

des espèces de savons souvent indissolubles, quelquefois plus ou moins solubles. Si on augmente cette action par celle de la chaleur, on décompose entièrement l'oxide métallique ; il repasse à l'état de métal, et l'huile est alors entièrement détruite en eau et en acide carbonique. C'est ce qui fait colorer l'emplâtre en cuivre rouge, et la plupart des onguens ou des emplâtres trop cuits en couleur brune ou noirâtre, par la réduction de l'oxide de plomb.

20. L'eau n'a point d'action sensible sur les huiles fixes ; elles se tiennent à la surface de ce liquide. Quand on les agite avec lui elles le blanchissent d'abord et s'interposent entre ses molécules ; mais elles s'en séparent à l'aide du repos. L'eau leur enlève cependant une certaine proportion de mucilage, et favorise la séparation de la fécule colorante qui en trouble la transparence ; c'est un moyen de les purifier et de les rendre plus combustibles, qu'on emploie dans les ateliers.

21. Les acides sont susceptibles de décomposer les huiles fixes, mais avec des phénomènes particuliers, suivant la matière, la concentration de ces acides, ainsi que leur quantité et la diverse température. En général l'acide sulfurique concentré brunit, épaissit, charbonne ces huiles. On a comparé autrefois cette action à la formation d'une résine ou d'un bitume ; mais ce n'est véritablement ni l'une ni l'autre ; c'est un commencement de décomposition, dans laquelle il se forme de l'eau, il se sépare et se précipite du carbone, et il se produit même un acide. L'acide nitrique froid les épaissit et les oxide légèrement ; s'il est mêlé de gaz nitreux, il agit avec beaucoup plus d'activité, il excite un bouillonnement et une effervescence considérables ; il se dégage une grande quantité de gaz nitreux. Quand on jette sur des huiles un mélange d'acide nitreux et d'acide sulfurique concentrés, elles s'enflamment sur-le-champ et laissent un charbon plus ou moins boursouflé et volumineux. En employant avec précaution l'acide nitrique, on peut faire l'analyse exacte d'une huile ;

on la convertit en acide oxalique. L'acide muriatique ordinaire ne produit que très-peu d'effet sur l'huile fixe; l'acide muriatique oxigéné l'épaissit et la blanchit à la matière du suif ou de la cire.

22. Les alcalis ont tous une action plus ou moins remarquable sur les huiles fixes; tous la rendent dissoluble et la mettent dans l'état savonneux : on nomme même particulièrement *savon* cette combinaison d'une huile fixe avec un alcali. On fait le savon médicinal en triturant dans un mortier de verre ou de marbre une partie de lessive de potasse caustique pesant au moins moitié plus que l'eau, avec deux parties d'huile d'amandes douces. Le broiement à froid suffit pour opérer cette combinaison. Avec des huiles de qualité inférieure et une lessive de soude caustique un peu concentrée, qu'on brasse bien, on fabrique le savon commun, qui se solidifie par le temps. Le plus communément on favorise cette combinaison par la chaleur pour concentrer la lessive; on sépare ensuite la portion liquide; quand on emploie de la lessive de potasse, on n'obtient qu'un savon mou. Celui qu'on nomme *savon marbré* se fait avec de la soude en nature du sulfate de cuivre, du cinnabre, etc. On fabrique les plus communs, qu'on nomme *savons verts* ou *noirs*, avec les marcs d'huile d'olive, de noix, de navette, et les alcalis caustiques traités par l'ébullition. On peut consulter, pour la partie économique de cet art, l'instruction publiée par les citoyens Darcet et Pelletier.

23. Le savon proprement dit, ou la combinaison d'une huile fixe avec la soude caustique, est un corps blanc, solide, âcre et alcalin; très-fusible au feu; absorbant une très-grande quantité d'eau qui augmente beaucoup son volume, perdant ce volume et devenant très-léger par son exposition à l'air sec ou par un feu doux; dont l'alcali se sépare peu à peu sous la forme de carbonate de soude cristallisé par une longue exposition à l'air; décomposable par le feu, et donnant son huile en partie liquide, en partie solide par la distillation; très-disso-

luble dans l'eau à laquelle il s'unit en toutes proportions; formant ou un liquide épais rempli de filamens blancs et comme satinés, quand cette dissolution est forte et concentrée, ou bien une liqueur presque transparente quand l'eau n'en contient que peu; donnant à ce liquide, avec un tact doux et comme gras, une saveur âcre urineuse, la demi-transparence laiteuse, la propriété de mousser beaucoup et de fournir des espèces d'écumes qui retiennent facilement l'air et les gazs sous des parois minces et tenaces, comme le prouve l'art simple de faire ce qu'on nomme des bulles de savon; décomposable par les acides qui en séparent l'huile épaisse et plus ou moins rapprochée de l'état de suif ou de cire. On voit par l'ensemble de ces premiers phénomènes qui appartiennent au savon, que dans l'union des huiles aux alcalis qui le forment, l'huile fixe a absorbé une portion plus ou moins considérable d'oxigène; que c'est pour cela que le contact de l'air influe sur la saponification; qu'on fait plus vîte des savons de meilleure qualité avec les huiles plus concrescibles ou plus disposées à se concréter, ou même avec celles qui le sont déja devenues, sur-tout avec les graisses, etc.; que c'est encore par cette oxidation plus prompte et favorisée par la présence des alcalis, que les savons se solidifient, qu'il s'en sépare de l'huile concrète par les acides et même par le feu.

24. Le savon vrai ou de soude est encore reconnaissable par la propriété d'être décomposé par la barite, la strontiane et la chaux. Sa dissolution dans l'eau mêlée avec celle de ces bases forme tout-à-coup un précipité en flocons blancs, indissolubles, qui, examiné chimiquement, se trouve être un composé de l'huile concrète avec la base employée. Tous les sels solubles de ces mêmes bases, ainsi que ceux de magnésie, de glucine, d'alumine et de zircone, produisent un précipité analogue de savon, insoluble dans la dissolution du savon de soude. Voilà pourquoi ce composé savonneux ne peut pas se dissoudre et prend au contraire la forme de caillé avec les eaux

chargées de sels terreux quelconques. Un phénomène analogue se passe avec toutes les dissolutions et les sels métalliques. Aussitôt qu'on verse ces dissolutions dans celle de savon, il se forme des précipités composés des oxides métalliques avec l'huile ; ces précipités sont colorés diversement, suivant les oxides divers ; leur coloration est constante et fixe, suivant le citoyen Berthollet, qui, en faisant connaître ces composés sous le nom de *savons métalliques*, les a proposés pour la peinture.

25. L'ammoniaque porte aussi les huiles fixes à l'état savonneux ; mais son attraction plus faible ne les amène jamais à l'état concret, et n'en favorise pas l'oxidation, comme le font les alcalis fixes : aussi ne forme-t-elle jamais que des liqueurs savonneuses plus ou moins opaques, quoique dissolubles dans l'eau et susceptibles de mousser, ainsi que d'enlever les taches huileuses, comme les savons solides. Les savons ammoniacaux présentent d'ailleurs le plus grand nombre des propriétés des savons ordinaires.

26. Aucun sel n'a d'action à froid et ne s'unit véritablement aux huiles fixes. Les sulfates, à l'aide du feu et de la chaleur rouge, sont décomposés par les huiles réduites alors à l'état d'hidrogène et de carbone. Les nitrates les font brûler et les décomposent à l'aide d'une haute température. Le muriate de soude est souvent employé pour durcir les savons. Le muriate suroxigéné de potasse, broyé avec un peu d'huile fixe, et frappé fortement, s'enflamme et détone subitement.

27. Quelques sels métalliques mêlés aux huiles sont décomposés et précipités par ces substances qui séparent et désoxident plus ou moins leurs bases métalliques. C'est ce qu'on voit particulièrement arriver dans les mélanges que l'on fait pour plusieurs compositions emplastiques. Au reste on n'a encore que peu examiné cet effet, qui mérite d'occuper les chimistes.

28. Les huiles fixes s'unissent artificiellement avec les mucilages et le sucre ; en les broyant avec ces substances, on les

rend blanches, opaques et plus ou moins miscibles avec l'eau : on fait souvent cette opération dans les laboratoires de pharmacie.

E. *Espèces.*

29. J'ai déja fait voir plus haut qu'on pouvait distinguer les espèces d'huiles fixes à l'aide de leurs propriétés chimiques. Je dois ajouter que cette méthode de distinction est d'autant plus essentielle et nécessaire, que le nombre de ces productions végétales est extrêmement considérable. Chaque pays, chaque climat, d'après la différence des végétaux qu'on y cultive, a des huiles différentes destinées à une foule d'usages domestiques et économiques. Il seroit même superflu d'offrir ici le dénombrement de toutes les espèces diverses d'huiles qu'on extrait et qu'on emploie dans les différens lieux. Je bornerai donc l'énumération que je me propose d'en faire aux principales espèces connues et employées spécialement en Europe et dans mon propre pays sur-tout.

30. Je distinguerai plus particulièrement ici les huiles fixes et usuelles en deux genres. Le premier comprendra les *huiles grasses*, dont le caractère est de figer plus ou moins promptement par le froid, de ne s'épaissir que très-lentement à l'air, et de s'y convertir en suif ou en cire. Ces huiles ont de plus la propriété d'être moins altérables que les autres par les acides, de former facilement des savons avec les alcalis fixes, de ne s'enflammer que par l'acide nitreux et l'acide sulfurique réunis, et de devenir plus ou moins promptement rances, lorsqu'on les conserve dans des lieux chauds et humides, et avec le contact de l'air. Ce sont sur-tout ces huiles grasses du premier genre où l'on trouve plus abondamment le principe doux de Schéele. Ce chimiste a découvert qu'en combinant l'huile d'amandes douces, d'olive et de navette avec de l'oxide de plomb, à l'aide de la chaleur, et en ajoutant un peu d'eau aux mélanges, il se séparait de ces huiles un liquide surna-

geant qui, par l'évaporation, lui a fourni une matière de consistance syrupeuse, qui prenait feu en la chauffant fortement, dont une partie se volatilisait sans se brûler dans la distillation, qui donnait un charbon léger, qui ne cristallisait pas et ne paraissait pas susceptible de fermentation. L'acide nitrique distillé quatre fois sur ce principe doux l'a changé en acide oxalique. Ces caractères rapprochent singulièrement cette matière des mucilages, comme je l'ai déja indiqué, et je la rapporte au muqueux.

31. Dans ce premier genre d'huiles fixes et grasses, je range spécialement l'huile d'olive, l'huile d'amandes douces, l'huile de navette ou colza et l'huile de ben, les quatre espèces qui sont les plus connues et les plus employées en France.

A. L'huile d'*olive* est la seule connue qui se retire de la pulpe d'un fruit extérieur au noyau ou d'une espèce de brou. On écrase l'olive à l'aide d'une meule placée verticalement, et tournant sur un plan horizontal; la pâte qui en provient est soumise à l'effort d'une presse qui en fait découler l'huile vierge, d'une couleur verdâtre et d'une forte saveur de fruit. On arrose ensuite le marc avec de l'eau bouillante, et on le presse de nouveau pour obtenir l'huile ordinaire. L'olive non mûre donne une huile amère; celle qui l'est trop en donne une pâteuse. Si les moulins ne sont pas tenus très-proprement, ils restent imprégnés d'une huile rance qui donne de mauvaises qualités à celle qu'on y fabrique ensuite. Les olives entassées trop longtemps, et qui ont fermenté, fournissent une huile forte; on ne peut s'en servir que pour le savon. L'huile d'olive se gèle ou se cristallise à dix degrés au-dessus de zéro, et ne se rancit qu'après dix ans d'exposition à l'air. C'est un aliment et un assaisonnement très-familier et très-utile aux départemens méridionaux de la France.

B. L'huile d'*amandes douces* s'extrait des amandes secouées d'abord fortement dans un sac de grosse toile, et frottées rudement pour en séparer la poussière âcre qui recouvre leur épi-

derme. On les pile dans des mortiers de marbre; on en exprime ensuite la pâte par la presse; elle sort un peu verte et trouble, et, comme l'huile d'olive, dépose une lie par le repos. Celle qui est retirée après l'exposition des amandes à l'humidité ou à la vapeur de l'eau chaude est plus disposée à se rancir. Cette huile est une des plus altérables; elle se gèle à six degrés au-dessus de zéro. Elle ne doit être employée que très-fraîche.

C. On nomme huile de *navette* et huile de colza, celles qu'on tire de la graine de deux espèce de chou, le *brassica napus* pour la première, et le *brassica arvensis* pour la seconde; cette huile assez bonne ne se dessèche point, est moins figeable et moins rancescible que les deux précédentes; on en prépare beaucoup en Flandre.

D. L'huile de ben est extraite des amandes de ben, très-abondantes en Egypte et en Arabie; elle est sans odeur, mais très-susceptible de se rancir, tellement qu'elle est très-promptement âcre; elle se gèle facilement. Comme elle est inodore, on la destine spécialement aux parfumeries.

On peut joindre à ces quatre premières espèces l'huile de faîne, de pepins de raisins, celle des graines du soleil, celle de plusieurs espèces de semences crucifères, qui sont d'une nature analogue aux précédentes.

32. Le second genre des huiles fixes renferme celles que je nomme *siccatives;* elles ont pour caractères de se sécher à l'air en conservant leur transparence, et, sans devenir des espèces de suifs ou de cires, de ne point se figer, de se concréter ou se cristalliser par le froid, de ne pas se rancir si facilement que les précédentes, de ne pas faire si aisément des savons avec les alcalis, et de s'enflammer par le contact de l'acide nitrique surchargé de gaz nitreux, sans addition d'acide sulfurique. Elles paraissent contenir moins de mucilage que les précédentes : aussi, à l'exception de l'huile de lin, Schéele ne les indique pas parmi celles où il dit avoir trouvé le principe doux.

Il est aussi très-vraisemblable qu'elles doivent leur nature particulière à un autre ordre et à une autre proportion de combinaison dans leurs principes primitifs.

33. Je range aussi quatre principales espèces d'huiles fixes dans le second genre d'huiles désignées par l'épithète de *siccatives*; savoir, l'huile de lin, l'huile de noix, l'huile d'œillet et l'huile de chenevis.

A. L'huile de lin se retire, comme je l'ai dit, des graines du lin, ou à froid, et alors difficilement et en petite quantité: c'est celle qu'on destine aux usages médicinaux; ou après avoir torréfié ces graines pour y dessécher le mucilage, et faciliter la séparation d'une plus grande quantité d'huile : celle-ci, qui est plus ou moins rôtie, brûlée ou rougeâtre, a une saveur qui indique son origine, ainsi que l'altération qu'elle a subie. On la destine spécialement aux arts, à la peinture, aux vernis gras. Elle est très-mauvaise au goût; elle brûle mal, elle épaissit quoique lentement et difficilement à l'air. Pour la rendre plus siccative, on la fait cuire avec un peu d'oxide de plomb ou litharge, et on la débite alors sous le nom d'*huile de lin cuite*. C'est dans cet état qu'on l'emploie à la fabrication du lut gras des chimistes.

B. L'huile de noix est tirée de ces amandes après un léger grillage ou sans l'action du feu. Cette dernière, préparée avec soin, est assez bonne, et sert à la nourriture et aux assaisonnemens d'un grand nombre d'habitans de quelques départemens méridionaux de la France. Quand elle est extraite de noix vieilles, plus ou moins rances et grillées, elle a un très-mauvais goût, et ne peut guère servir qu'à la peinture grossière; elle s'épaissit et se dessèche assez promptement à l'air.

C. L'huile d'œillet est séparée des grains du pavot, dont la belle fleur le fait appeler *œillet* dans les départemens du nord de la France, où on le cultive abondamment. Cette huile est très-belle, très-claire, bien siccative, sans saveur ni odeur désagréables, quand elle est bien préparée. On s'en sert souvent

pour assaisonnement, et on la vend fréquemment pour de l'huile d'olive ; rarement on vend même cette dernière sans addition d'huile d'œillet ; celle-ci n'a rien d'assoupissant.

D. L'huile de chenevis est exprimée de la graine du chanvre ; elle a toujours une saveur âpre, désagréable, et ne sert jamais aux assaisonnemens. Elle est très-siccative et très-épaisse ; on ne l'emploie qu'à quelques peintures.

F. *Usages.*

34. L'huile fixe en général est une matière douce, qui sert à la nourriture ou à l'assaisonnement des alimens. Aussi les graines qui la contiennent sont-elles le principal aliment des animaux. Elle ne sert que d'assaisonnement aux mets que l'homme prépare, et dont il varie singulièrement la forme ; seule, elle n'est pas facile à digérer : aussi n'est-elle presque jamais servie dans cet état d'isolement, mais mêlée avec différens corps, et notamment avec les acides végétaux.

35. En médecine, les huiles fixes sont employées comme adoucissantes, relâchantes, inviscantes, pour appaiser les douleurs, calmer les irritations, diminuer la sécheresse de la toux, détruire les impressions des âcres, des poisons. Autrefois on en faisait un plus grand usage qu'aujourd'hui. On a reconnu, depuis la moitié du dix-huitième siècle, que les corps huileux étaient souvent plus nuisibles qu'utiles à la santé, qu'ils pesaient sur l'estomac, qu'ils augmentaient la fièvre, qu'ils favorisaient la disposition à la putridité, et il n'y a plus que les hommes peu éclairés qui en font un usage fréquent. On les donne ordinairement avec des sirops ; on les prescrit souvent triturées avec les gommes, du sucre et de l'eau, sous la forme de loochs ; elles servent en pharmacie à la préparation d'un grand nombre de médicamens composés chimiques et pharmaceutiques, des onguens, des emplâtres, des baumes huileux, des savons médicinaux, des linimens, etc.

36. Les huiles ont un grand nombre d'usages dans les arts : elles servent à conserver beaucoup de substances qu'on en recouvre ou qu'on y tient plongées ; à ramollir les cuirs, les peaux ; à faire des vernis gras ; à délayer les couleurs pour la peinture ; à enduire une foule de corps pour les rendre glissans, lisses, moux, flexibles, pour les défendre de l'action de l'eau et de l'air ; à la fabrication des mastics ; à fournir de la lumière par leur combustion dans les lampes ; à favoriser le jeu et le mouvement des machines métalliques ; à fabriquer des savons, etc., etc.

ARTICLE XII.

Du neuvième des matériaux immédiats des végétaux, du suif et de la cire des plantes.

A. *Siége.*

1. J'ai compté parmi les propriétés caractéristiques des huiles fixes de pouvoir s'épaissir à l'air, et de former ainsi, en absorbant l'oxigène, une matière sébacée ou cireuse. Ce caractère se montre dans tous les cas où les huiles fixes sortent au dehors des végétaux, et se répandent dans l'atmosphère. Comme alors c'est en gouttelettes plus ou moins ténues que ces liquides transsudent au dehors des plantes, exposées par cette disposition au contact de l'air, elles s'emparent plus ou moins promptement de l'oxigène, et deviennent concrètes, de manière à représenter des espèces de suifs ou de cires.

2. C'est ainsi qu'il se forme une matière cireuse ou sébacée sur les châtons du peuplier, de l'aulne, du pin, sur les feuilles du romarin, de la sauge, au dehors des fruits du *myrica*

cerifera, du *croton sebiferum*, et d'une foule d'autres graines ou de capsules végétales. Mais la plus abondante, la plus commune, ou plutôt encore la plus générale de ces formations de matière huileuse concrète, plus ou moins cireuse, c'est celle qui a lieu dans le plus grand nombre des plantes, à l'extrémité de leurs étamines et au dehors des anthères qui les terminent. Ce dernier organe membraneux, qu'on a comparé aux testicules des animaux, offre à l'observateur, au moment de la fécondation, une poussière verdâtre ou jaunâtre, grenue, grasse sous le doigt, qui se détache très-aisément et par le moindre mouvement ou frottement de l'anthère. Un grand nombre d'observations prouvent qu'elle est de nature huileuse ou inflammable : la fille du célèbre Linné a même montré que, réduite en vapeur par l'action du soleil, cette poussière des anthères, qui n'est pas cependant la véritable partie fécondante et qui n'en est que le réservoir ou le véhicule, s'enflammait à l'approche d'un corps combustible en ignition, et présentait le phénomène que l'on connaît dans la fraxinelle.

3. Quoique Réaumur ne soit pas parvenu à convertir cette poussière en véritable cire par les différens moyens qu'il a mis en usage pour y réussir; quoique les essais auxquels j'ai soumis moi-même la poussière des étamines du chanvre mâle, n'aient pas eu le succès que j'en avais espéré, il n'est pas permis de douter que c'est de ce pollen que les abeilles tirent la matière avec laquelle elles construisent leurs rayons : après l'avoir recueillie et malaxée en boulettes avec les brosses dont la nature a armé leurs pattes, elles l'emportent dans la ruche; elles l'avalent, la rejettent par la bouche, la pétrissent avec une humeur qui sort de leur corps, la ramollissent, lui donnent la mollesse et la ductilité qu'elle doit avoir pour qu'elles puissent la travailler à la construction de leurs alvéoles; et soit que ce changement du pollen soit dû à la chaleur des ruches, soit qu'il provienne du mélange d'une humeur animale dont elles l'enduisent, soit enfin qu'il soit la suite d'une digestion ou d'une alté-

ration quelconque, produit par leur estomac, il est sûr que la cire des abeilles n'a d'autre origine que le pollen des étamines des fleurs, et qu'elle s'en rapproche par plusieurs propriétés.

4. Quelquefois l'huile concrète, suif ou cire végétale, se trouve à l'intérieur des fruits ou des semences, et semble devoir alors sa formation et sa nature à une combinaison d'oxigène dans l'intérieur même du tissu végétal. C'est ainsi que le parenchyme de la graine du galé, du croton sébifère et de plusieurs autres végétaux, spécialement les semences du cacao, de la muscade, du coco, contiennent une matière analogue au beurre ou au suif. J'ai observé que plusieurs de ces graines présentent à leur extérieur une couche plus ou moins épaisse de véritable cire bien sèche, bien concrète et cassante, tandis que leur parenchyme intérieur était imprégné d'une huile moins concrète, ou d'une espèce de suif plus fusible, plus mou et beaucoup moins ciriforme : ce qui prouve que le contact de l'air a donné à la première un état beaucoup plus solide, une oxigénation plus marquée.

B. *Extraction.*

5. On ne peut pas extraire cette espèce de cire ou de suif des matières végétales qui les contiennent, comme on le fait à l'égard des huiles fixes plus ou moins fluides. L'état solide de ces corps s'y oppose; on est obligé de les exposer d'abord à un degré de chaleur capable de ramollir ou de fondre ces substances. A cette température qu'on communique aux graines broyées ou aux fruits qui en sont recouverts, on peut souvent, en y appliquant ensuite l'effort d'une presse, faire écouler cette matière. C'est ainsi que dans les pharmacies on la retire des amandes du cacao légèrement torréfiées, réduites en pâte, et ensuite pressées plus ou moins fortement.

6. On emploie presque toujours un moyen plus commode et plus sûr pour recueillir ce corps huileux concret. On fait bouillir les semences ou les fruits entiers qui le contiennent en couche

mince appliquée au dehors de leur surface extérieure. La chaleur de l'ébullition fond cette substance concrète, la rend très-fluide ; alors elle se détache de l'enveloppe à laquelle elle était adhérente ; elle se rassemble en couche liquide à la surface de l'eau. On laisse celle-ci se refroidir, et on la sépare ensuite très-facilement, lorsqu'elle est figée en plaque solide au-dessus de l'eau. On se sert spécialement de ce procédé pour obtenir la cire du galé, et quelquefois pour recueillir le beurre de cacao ; il peut être employé en général pour toutes les matières végétales à la surface desquelles le suc huileux concret est rassemblé et épaissi en couche solide. En le pratiquant avec les châtons de peuplier, d'aulne, de bouleau, de sapin, on extrait de petites quantités d'une espèce de cire ou de suif.

7. Dans le cas où les fruits ou graines végétales contiennent, comme cela arrive spécialement au croton sébifère, deux espèces de sucs huileux concrets, l'un plus solide et de nature cireuse à leur surface, l'autre plus mou et de consistance sébacée dans leur parenchyme intérieur ; on peut réunir les deux procédés indiqués pour obtenir à part chacun de ces corps. On commence par les faire bouillir entiers dans l'eau, qui en sépare la cire externe ; quand ils en sont dépouillés, on les broie, et on les exprime après les avoir fait chauffer pour en extraire le suif. Il paraît qu'en Chine on suit cette double pratique pour avoir à part et la cire végétale dont on fabrique des bougies pour les riches, et le suif qui sert à préparer des espèces de chandelles destinées à ceux qui ne peuvent pas se procurer les précédentes. J'ai fait cette expérience sur les graines de croton, et j'ai eu deux matières très-distinguées par la solidité et l'état bien concret de la première, par la mollesse, le gras et la fusibilité de la seconde. C'est ainsi que j'ai reconnu que celle-ci diffère encore de la première par une propriété purgative très-prononcée.

C. *Propriétés physiques.*

8. Quoique les huiles concrètes se ressemblent toutes par leur consistance, elles n'ont cependant ni le même tissu, ni la même solidité : les unes sont douces, homogènes, d'un tissu fin et comme des beurres par leur espèce de mollesse et de fusibilité ; aussi les nomme-t-on *beurres végétaux*, comme le beurre de cacao, le queyamadou, etc. ; d'autres sont d'un tissu grenu plus ou moins cristallin, comme le beurre de coco, le suif de croton. Enfin, il en est d'une consistance plus ferme et semblable à la véritable cire, comme celle du galé, la cire du cirier de la Louisiane, etc. Quelques-uns paraissent être susceptibles de prendre la forme lamelleuse. Le pollen des étamines est au contraire en petits grains incohérens, et il ne prend l'état concret, ductile, sec et uniformément solide de la cire, qu'après avoir été travaillé par les abeilles.

9. La saveur, l'odeur, la couleur, sont encore des propriétés très-variées de cette huile concrète ; elle est quelquefois blanche, le plus souvent jaune ou fauve, quelquefois brune ou verte, rarement rouge. Quoique la plupart soient insipides, quelques-unes sont âcres, austères ou plus ou moins piquantes. Les unes sont inodores et les autres parfumées. Il est vrai que celles-ci doivent le plus souvent cette propriété à une portion d'huile volatile qui leur est plus ou moins intimement et abondamment unie, comme on le voit dans le beurre de muscade, et dans tous ceux qui proviennent de fruits ou de semences aromatiques.

10. On trouve aussi la même variation dans la fusibilité de ces substances, depuis la mollesse extrême du beurre de galam jusqu'à l'état sec, cassant, et par conséquent bien moins fusible de la cire de galé et de celle de la Louisiane. Cette fusibilité commence entre vingt-cinq et trente degrés du thermomètre de Réaumur, et s'étend jusqu'à soixante passés, comme

on le voit dans la cire proprement dite la plus pure et la plus précieuse de ces matières d'origine végétale.

D. *Propriétés chimiques.*

11. Toutes les propriétés chimiques des beurres et des cires des plantes, en se rapprochant plus ou moins de celles des huiles fixes, présentent cependant des différences qui tiennent à leur état concret et à la proportion d'oxigène que ces sucs huileux contiennent. Cette différence se montre d'abord, soit dans leurs distillations, soit dans leur combustion. Quand on les distille, on en obtient plus facilement de l'eau ; ils donnent plus d'acide sébacique ; ils fournissent une huile assez épaisse et concrescible, qu'on nomme *beurre de cire ;* on en tire à la fin moins de gaz hidrogène, mais plus de gaz acide carbonique. Il en est de même de leur combustion ; ils n'ont pas besoin de tant d'air pour brûler ; ils donnent une flamme plus blanche, moins de fumée et de carbone ; ils brûlent plus uniformément et plus facilement que les huiles fixes. L'usage des chandelles et des bougies prouve évidemment ces premières vérités. Chauffé doucement, ce corps se volatilise tout entier.

12. La plupart de ceux de ces corps huileux concrets qui sont colorés perdent plus ou moins promptement cette couleur qui se détruit par le contact de l'air et de l'eau atmosphérique. En les exposant en petits fragmens ou en lames rubanées au contact de l'air, elles se décolorent et se blanchissent ; c'est ainsi que se comporte la cire qu'on blanchit, en la laissant sur les prés et en l'arrosant d'eau, en même temps qu'on l'expose aux rayons du soleil. Cette partie colorante a été comparée à celle de la soie.

13. Quelques corps combustibles s'unissent plus facilement encore à ces matières sébacées et cireuses, et en éprouvent souvent plus d'altération que de la part des huiles fixes proprement dites. Le soufre et le phosphore s'y unissent par la fusion.

Les métaux facilement oxidables s'y brûlent plus ou moins promptement. Le citoyen Berthollet a trouvé qu'en faisant fondre de la cire sur de la limaille de cuivre, et en l'y laissant séjourner quelque temps, ce métal y devenait beaucoup plus vîte oxide de vert, qu'il ne le fait avec de l'huile; et on voit bien que cet effet dépend de l'oxigène fixé dans la cire.

14. C'est par la même raison que les acides puissans n'ont presqu'aucune action sur les huiles concrètes: comme les huiles fixes n'éprouvent d'altération de leur part qu'en raison de leur attraction pour l'oxigène, les sucs huileux qui en sont déja saturés n'ont plus la même cause d'altérabilité; aussi a-t-on beaucoup de peine pour en essayer l'analyse par ces corps comburans. L'acide muriatique oxigéné qui épaissit les huiles fixes, n'opère rien sur ces sucs huileux concrets, et ne fait que blanchir ceux dont la partie colorante est destructible par l'oxigène. C'est ainsi qu'on blanchit très-vîte la cire verte de la Louisiane par la seule immersion et le séjour de quelques heures dans cet acide.

15. La facilité avec laquelle les alcalis s'unissent aux suifs, aux beurres et aux cires des végétaux, confirme ce que j'ai dit plus haut sur la saponification. Il est évident que c'est à l'état oxigéné de ces matières concrètes qu'elles doivent la propriété qu'elles ont de se combiner et de former des savons avec les alcalis caustiques. On nomme *cire punique*, et l'on emploie souvent comme encaustique le savon de cire et de soude. Ces combinaisons ont d'ailleurs toutes les propriétés des meilleurs savons, et peuvent servir avec beaucoup de succès aux mêmes usages qu'eux. L'ammoniaque rend aussi les cires dissolubles et savonneuses; sa volatilité pourra favoriser quelque jour les arts où l'on voudra appliquer la cire en enduit fin.

16. Toutes les propriétés chimiques de ces corps prouvent donc que ce sont des espèces d'oxides d'huiles fixes, et qu'ils doivent leur naissance à une fixation d'oxigène dans ces huiles,

à une combinaison sans combustion entre le carbone, l'hidrogène et l'oxigène. Il y a lieu de croire que l'art chimique parviendra quelque jour à imiter une pareille combinaison, en fixant par divers procédés l'oxigène dans les huiles fixes, et en augmentant ainsi considérablement leur prix par leur conversion en espèce de suifs ou de cires artificielles. Déja les premiers essais tentés dans ce genre de recherches utiles donnent les plus grandes espérances, et il ne leur manque encore que d'avoir été suivis avec plus de persévérance.

E. *Espèces.*

17. Il s'en faut de beaucoup sans doute que l'on connaisse toutes les substances huileuses fixes concrètes que pourraient fournir les végétaux; le nombre en est certainement beaucoup plus considérable qu'on ne l'a dit; et si l'on voulait, ou si l'on pouvait s'en rapporter aux énoncés si vagues, si incertains et souvent si peu éclairés des voyageurs, il serait possible d'en offrir une liste assez considérable. Mais, dans l'impossibilité de rien statuer d'exact sur les simples assertions de la plupart de ces hommes trop peu instruits pour avoir donné des notions exactes sur tous les produits dont ils parlent, je me contenterai d'indiquer ici les principales et les plus connues des espèces de ce genre, parmi celles que j'ai pu voir soumettre à quelques expériences, ou que des chimistes habiles ont indiquées.

18. Dans cette vue, je citerai ici les douze espèces suivantes: les beurres de cacao, de coco, de muscade, de galam; le suif végétal nommé queyamadou, celui du croton sébifère, la cire du galé, le péla des Chinois, la cire de la Louisiane, la cire des châtons du bouleau, de l'aulne et du peuplier, des feuilles de romarin et de sauge, enfin le pollen des anthères et la cire proprement dite.

A. *Le beurre de cacao* est retiré de la pâte des semences de cette plante, *theobroma cacao*, soit en la soumettant à la presse

après l'avoir exposée à la vapeur de l'eau bouillante, soit en la faisant bouillir dans l'eau. On en tire plus du tiers et près de la moitié même de cette pâte, quand le cacao est sain et de bonne qualité. Il est d'abord un peu fauve ou jaunâtre; on le purifie en le faisant refondre dans l'eau. Il est alors blanc, d'une saveur douce, légèrement grenu dans sa cassure, très-onctueux sous le doigt, fusible entre vingt-huit et trente-cinq degrés de la graduation de Réaumur. C'est cette huile concrète qui donne au chocolat sa saveur douce et onctueuse; elle est quelquefois la cause de la difficulté qu'éprouvent certains estomacs pour dissoudre le chocolat : on s'en sert beaucoup en pharmacie.

B. *Le beurre de coco* se trouve dans le fruit du palmier, nommé *cocosnucifera;* on l'exprime de sa pulpe chauffée : quelques naturalistes disent qu'il se sépare du lait de coco sous la la forme de crême; on le reconnaît congelé et grenu dans les huiles de coco qu'on envoie souvent en Europe. Il sert d'assaisonnement dans les pays où les palmiers sont abondans.

C. *Le beurre de muscade* se retire de cette semence, *myristica officinalis*, broyée, ramollie avec de l'eau, et soumise à l'effort de la presse; il est assez solide, d'un jaune orangé, d'une odeur suave et aromatique, qu'il doit à la portion d'huile volatile qui lui est unie. Il a une saveur âcre et forte qu'on diminue beaucoup, en le tenant fondu, en l'agitant dans une grande quantité d'eau, et en le chauffant pendant quelque temps.

D. On apporte du Sénégal, et il vient du commerce de l'intérieur de l'Afrique, un suc huileux, concret, mou et très-fusible, qu'on nomme *beurre de Galam*, d'après la ville africaine où on le prend par la voie des échanges; il est jaunâtre, presque toujours rance et âcre. On assure qu'il sert d'assaisonnement dans le pays. On ne connaît pas l'arbre ou la plante qui le fournit.

E. Le *queyamadou* est une autre espèce de suc huileux con-

cret, butyriforme, qui vient de Cayenne et de la Guiane : l'arbre dont le fruit fournit ce beurre est nommé *virola sebifera* par Aublet ; c'est un myristica. Cette espèce de beurre est, dit-on, employé dans le pays soit comme assaisonnement, soit comme matière combustible.

F. Le *croton sébifère* ou *sapium ceriferum* de Brown, Jacquin et Jussieu, donne en Amérique et dans beaucoup d'autres pays chauds, des fruits à peu près ronds, dont l'enveloppe extérieure est recouverte d'une couche de matière cireuse qui se fond à l'aide de l'eau bouillante, et se ramasse à la surface de ce liquide, où elle se fige par le refroidissement. J'ai déja dit plus haut que l'on pouvait extraire de l'amande broyée une autre matière moins dure et moins sèche, plus fusible, plus analogue à du beurre. Son odeur, assez agréable, engagea des jeunes gens qui faisaient cette expérience dans mon laboratoire, à l'essayer comme assaisonnement avec des épinards ; ils en ont tous été plus ou moins vivement purgés, avec des coliques vives. Il paraît que cela dépend du périsperme, qui est toujours âcre et purgatif dans cette famille de plantes.

G. La *cire du galé* est abondamment retirée, en Chine et dans beaucoup de pays orientaux, des semences du *myrica cerifera*, et d'une ou deux autres espèces de myrica nommées *arbres de cire*. Ses graines rondes et d'un volume semblable à celui des plus petites semences de coriandre, sont recouvertes d'une couche de cire blanche qui s'en sépare aisément par l'action de l'eau bouillante, et qui vient nager à la surface de ce liquide, sur lequel elle se fige par le refroidissement. On en fait de belles bougies. On assure aussi qu'après avoir extrait cette cire extérieure, très-sèche et très-voisine de la cire des abeilles, les Chinois retirent des semences broyées, réduites en pâte, une autre matière grasse, plus molle, plus voisine du suif, et qu'ils font servir à la fabrication d'espèce de chandelles moins chères que les bougies de cire du galé. On tire du même *myrica* cérifère une cire abondante dans l'Amérique septentrionale.

H. On connaît en Chine, sous le nom de *pela*, une autre espèce de suc cériforme, solide, concret, cassant même, d'un grain très-beau et très-fin, dont les Chinois forment les ouvrages en cire les plus recherchés. Il n'y a encore rien d'exact sur son origine. Suivant les récits des missionnaires, on croirait que c'est une cire travaillée sur un arbre par les insectes; mais ils ajoutent que l'espèce de ver qui la fabrique la contient dans son intérieur, et que c'est de lui-même qu'on l'extrait. D'autres disent que ce sont des espèces de petites alvéoles formées par les insectes sur les feuilles de l'arbre, qu'on travaille pour en extraire le péla. On ne sait donc rien de positif sur cet objet.

I. On devrait mieux connaître la matière précieuse et importante qu'on nomme *cire de la Louisiane*, et qui fournit en effet une cire aussi belle que celle des abeilles, dont il serait utile de bien étudier les propriétés et de multiplier l'importation en France. Cette espèce de cire verte, grenue, cassante, sèche, est extraite des semences d'un arbre qui paraît être le même que le *myrica cerifera* ou une espèce voisine, mais sur lequel il y a encore beaucoup d'incertitudes. On ne sait pas mieux comment on l'extrait, quoiqu'il soit très-vraisemblable que c'est par l'ébullition dans l'eau. On l'apporte en Europe en gros pains du poids de plusieurs kilogrammes, grisâtres ou jaunes fauve. J'en ai vu de quatre nuances différentes. Elle blanchit très-vîte par son exposition à l'air et à la rosée; l'acide muriatique oxigéné lui enlève aussi promptement sa couleur et la blanchit parfaitement. En la refondant ensuite, elle donne une espèce de cire presqu'aussi belle que celle des ruches, et qui pourrait remplir tous les mêmes usages qu'elle. On dit que la couleur verte vient du cuivre qu'on y ajoute, ou des vaisseaux de cuivre dans lesquels on fond cette cire. Il y a lieu de croire qu'on pourrait naturaliser dans les départemens méridionaux le *myrica cerifera*. Le myrica galé des environs de Paris ne donne point de cire : c'est d'après son

nom qu'on a donné à celui des Chinois le nom de *galé* ou de *piment*.

K. Les chatons mâles du bouleau, de l'aulne, du peuplier, du pin, donnent, suivant plusieurs auteurs, en les faisant bouillir dans l'eau, une espèce de cire blanchâtre assez solide, qui n'est qu'en très-petite quantité, et qu'on n'a encore employée à aucun usage, à cause de son peu d'abondance. On n'en a encore rien fait d'exact; il n'y a rien de connu de positif sur les propriétés de ce suc huileux, qui pourrait bien n'être qu'une résine. Je ferai la même observation sur la prétendue cire qu'on a dit transsuder des feuilles de romarin, de sauge et de plusieurs autres labiées : si elle avait les rapports qu'on lui a supposés avec celle du *myrica cerifera*, il n'est guère possible de concevoir comment ce fait si remarquable aurait échappé jusqu'ici aux recherches qu'on a tant multipliées sur ces plantes.

L. J'ai déja annoncé que le pollen des anthères était une espèce de matière cireuse non réunie, non ductile, à laquelle il paraît manquer un léger changement pour devenir de la véritable cire, changement que l'estomac des abeilles lui donne. On n'a point encore réussi à convertir le pollen des anthères en véritable cire par les procédés chimiques; mais on n'a pas non plus assez poursuivi les expériences à cet égard, et tout annonce qu'en continuant les recherches sur ce point, on obtiendra le succès que l'on desire. On sait que la poussière du lycopode, qu'on a regardée faussement comme résine, est très-inflammable, et s'allume par le seul contact d'un corps en combustion. Cette poussière paraît être de la même nature exactement que le pollen fécondant.

M. La cire, dernier produit en quelque sorte des huiles végétales concrètes, la plus solide, la plus cassante, la plus sèche et la moins fusible de ces corps inflammables concrets, le plus oxigéné de tous ces oxides huileux, recueillie dans les ruches au sein desquelles les abeilles l'ont déposée pour cons-

truire leurs avéoles, d'une couleur d'abord jaune fauve, décolorée et blanchie par son exposition à l'air après l'avoir fait fondre en rubans, comme dans cet état sous le nom de *cire vierge*, est la plus employée et la plus utile de ces substances combustibles. Sa mollesse, sa ductilité, sa fusibilité, son tissu doux, sa blancheur, sa conservation même, sa brillante combustion, sa sécheresse, sa pureté et sa qualité inodore la rendent d'un prix inestimable dans les usages de la vie. Il en sera question dans la section suivante.

F. *Usages.*

19. On connaît assez les nombreux usages auxquels sont employés ces beurres, ces suifs et ces cires des plantes. J'en ai d'ailleurs déja indiqué une partie dans le dénombrement des espèces : assaisonnement des mets, alimens doux, matières propres à lubréfier les surfaces d'un grand nombre de corps, combustibles propres à répandre de belles lumières et à détruire l'obscurité des longues nuits, ces précieux produits végétaux rendent beaucoup de services aux hommes. Ils servent encore à faire la base solide de statues, à couler dans des moules, à représenter en relief tous les objets dont on veut conserver l'image ou imiter les formes. Le sculpteur, le statuaire et le modeleur y trouvent de quoi exercer leurs talens. Il est donc peu de corps qui soient plus généralement employés ; aussi tous les pays ont-ils leur cire ou leurs beurres végétaux particuliers, et chaque peuple a-t-il soin de ne pas négliger ou perdre les plantes qui les fournissent.

20. La médecine en tire aussi un parti assez important. La cire et le beurre de cacao remplissent un grand nombre d'indications, et sont appliqués à une suite d'opérations et de préparations pharmaceutiques. Tantôt c'est comme excipiens et bases d'autres médicamens qu'on les emploie ; tantôt ils servent à donner de la consistance à des remèdes plus ou moins composés, comme les onguens et les emplâtres. Leur saveur douce

ou fade, leur qualité onctueuse et relâchante, leur propriété adoucissante, les font encore prescrire comme moyens primitifs et essentiels dans un grand nombre de cas où les vertus sont indiquées.

ARTICLE XIII.

Du dixième des matériaux immédiats des végétaux; de l'huile volatile.

A. *Siége.*

1. On nomme *huile volatile*, par une opposition bien tranchée avec la précédente, le suc huileux, qui, chauffé comme l'huile fixe, s'élève plus ou moins promptement et facilement en vapeur. On la nommait autrefois *essence* et *huile essentielle*, parce qu'on la regardait comme déterminant véritablement l'existence ou l'essence des matières végétales qui la fournissaient. Outre le caractère de volatilité qui la distingue des huiles fixes, elle a de plus une odeur plus ou moins fragrante et aromatique; et c'est encore en raison de cette seconde propriété qu'on l'avait désignée par les mots *essence* et *huile essentielle*.

2. Il n'en est pas de ce genre d'huiles comme des précédentes; elles ne sont pas constamment cantonnées et isolées dans les semences ou les fruits des végétaux. L'expérience apprend que toutes les parties des végétaux sont susceptibles d'en contenir, et que par un contraste bien remarquable avec les huiles fixes, elles ne se rencontrent jamais dans l'intérieur de leurs graines même. Ce dernier fait, qui n'a pas assez fixé l'attention des chimistes et des naturalistes, prouve que les propriétés de ces huiles sont tout-à-fait opposées à celles des

huiles fixes, et que leurs usages dans la nature et dans l'économie végétale sont tous différens; leur âcreté brûlante les rendrait aussi nuisibles aux embryons et aux plantules que la douceur onctueuse et nourricière des premières les y rend utiles à ces êtres délicats. La nature a pris autant de soin d'écarter de l'intérieur des semences les huiles volatiles, qu'elle en a mis à y apporter les huiles fixes : celles-ci sont pour les jeunes plantes un véritable lait; celles-là seraient pour elle un poison destructeur.

3. Il est une foule de racines odorantes, aromatiques, et plus ou moins âcres dans leur saveur, qui contiennent de l'huile volatile, mais dans des cellules si petites ou dans des vaisseaux si minces, que l'œil ne peut pas l'y appercevoir, et qu'on ne peut l'en extraire par des moyens mécaniques : mais l'odeur, la propriété inflammable de ces racines ligneuses, et leur saveur plus ou moins chaude et brûlante, y prouvent la présence de ce principe végétal. Les principaux exemples des racines chargées d'huile volatile sont la bénoite, l'aunée, le dictame blanc, l'iris de Florence, etc.

4. Un grand nombre de bois, sur-tout le sassafras, le fantal si mal à propos nommé *bois de sandale* dans les arts et le commerce, le bois de Rhodes ou de rose, les pins, les sapins, les mélèzes, et la plupart de ceux des climats chauds, sur-tout dans l'Inde et dans l'Amérique, contiennent des quantités plus ou moins considérables d'huile volatile, qui y est intimement et profondément cachée. Les écorces aromatiques et d'une saveur piquante en sont également imprégnées, sur-tout celles de canelle, de cassia lignea, etc.

5. Les feuilles de toutes les labiées sont remplies d'huile volatile, et souvent même les cellules qui la recèlent, sont visibles ou sensibles à l'œil nu par les rugosités, les aspérités, les tubercules qui en marquent la surface. Il en est même, comme celles nommées à cause de cela *mille-pertuis*, qui offrent aux yeux des points transparens très-nombreux, qu'on a pris pour

des trous, et qui ne sont que de petites cellules que l'épiderme seul recouvre. Toutes ces feuilles huileuses sont reconnaissables à leur odeur vive, qui se développe sur-tout quand on les écrase dans la main, et à la manière dont les végétaux qui les portent altèrent promptement l'air de l'atmosphère. On compte spécialement dans les espèces de plantes à feuilles oléifères, la mélisse, les menthes, et sur-tout la menthe poivrée, la citronnelle, les phlomis, l'origan, le romarin, beaucoup d'autres labiées. Les feuillages odorans des ombellifères, et spécialement du persil, du cerfeuil, du fenouil, de l'angélique, fournissent aussi de l'huile volatile. Au reste, cette famille a pour caractères chimiques de contenir de l'huile volatile dans toutes ses parties. Les feuilles des composées, telles sur-tout que l'absinthe, la camomille, en donnent beaucoup; les hypéricum et la rhue sont dans la même classe.

6. Il y a moins de fleurs susceptibles d'en fournir. On distingue cependant les fleurons et demi-fleurons de la camomille, comme de plusieurs syngénésiques, les pétales des citronniers, des orangers, où on l'aperçoit dans des cavités transparentes. Beaucoup de fleurs la contiennent dans leurs calices, telles que la rose, le girofle, la lavande, le thim, et un grand nombre de labiées: quelquefois même on apperçoit les vésicules qui lui servent de réservoir, comme des espèces de petits tubercules, ou des sillons, ou des parties plus transparentes que le reste. On observe en général que les périanthes oléifères sont, ou charnus comme celui de la rose, ou squarrieux et ligneux comme ceux des labiées.

7. L'huile volatile est quelquefois fixée dans les fruits, et sur-tout dans leurs envcloppes. La vanille, les cardamomes, les cubèbes, le poivre, les baies de genièvre, sont du premier ordre. Les citrons, les oranges, les cédrats, les bergamottes et tous les fruits du genre *citrus* la contiennent dans leur écorce extérieure colorée et dans des cellules creusées dans leur zeste, que l'on aperçoit facilement au dehors de ces fruits, et qui se

montrent sous la forme de petites cavités qui en interrompent la surface : ici même la quantité de cette huile est assez considérable et le réservoir en est assez plein, pour qu'on puisse l'extraire par la simple expression, comme le prouvent même les enfans par le jeu qu'ils font en pressant les écorces d'orange près de la flamme des chandelles, au milieu de laquelle l'huile volatile forme une gerbe de feu et d'étincelles très-blanches en la traversant.

8. Enfin, il existe une foule de semences d'où on extrait assez abondamment de l'huile volatile ; mais elle n'est pas contenue dans leur intérieur, comme je l'ai déja fait remarquer ; la nature a même pris beaucoup de précautions pour l'écarter de l'embryon logé entre les cotylédons. Au dehors de ceux-ci est une tunique souvent cornée, quelquefois double, dans la duplicature de laquelle sont logées les molécules d'huile volatile ; de sorte que située au dehors de cette enveloppe dure et imperméable, l'huile ne peut pas la traverser et se porter dans l'intérieur. On observe spécialement cette structure admirable dans les semences d'un grand nombre d'ombellifères, dont l'extérieur sillonné, cannelé, tuberculé, loge sous tous ces appendices des gouttelettes fines d'huile volatile. Ce qu'on dit de la muscade, qui contient de l'huile volatile dans son intérieur même, ne doit s'entendre que d'un corps particulier qui n'est pas la chair même des cotylédons, mais une espèce de périsperme qui ne communique point avec l'embryon.

9. La quantité de l'huile volatile varie beaucoup dans les parties des végétaux qui la contiennent, suivant les années ainsi que les terrains qui les ont produites. Quelques plantes fournissent plus de cette huile quand elles sont vertes ; d'autres en plus petit nombre en donnent plus dans leur état de sécheresse. On peut voir, dans les élémens de pharmacie du citoyen Baumé, une notice utile sur les proportions de cette matière extraite des principales plantes usuelles, dans des états divers et dans des années différentes.

B. *Extraction.*

10. Il y a deux procédés généraux pour se procurer l'huile volatile. Quand ce principe est abondant, bien fluide, contenu dans des vésicules, presqu'à nu et pur, de manière à pouvoir en être séparé par un moyen mécanique, on emploie alors la seule expression. C'est ainsi qu'on retire l'huile volatile du citron, du cédrat, de la bergamotte, de l'orange : on sait qu'en pressant l'écorce fraîche de ces fruits, on en fait jaillir cette huile sous forme liquide. Dans les départemens méridionaux de la France et en Italie, on rape ces écorces fraîches, on brise les cellules huileuses, on exprime la pâte que forme le parenchyme imprégné d'huile sur des glaces inclinées, l'huile s'y rassemble en gouttes qui se réunissent et coulent vers le bas où on les recueille ; on les laisse déposer une lie fine, par le repos, dans des vases fermés, et l'on a ce qu'on nomme dans les parfumeries les *essences* tirées sans feu.

11. La plupart des plantes oléophores ne peuvent pas être traitées ainsi, parce qu'elles ne contiennent pas l'huile volatile aussi détachée, aussi cantonnée, aussi fluide et aussi abondante : toutes celles-ci et toutes leurs parties qui sont sèches, sont traitées par la distillation, après les avoir laissées macérer quelques heures dans l'eau ; on les met avec de l'eau dans la cucurbite d'un alembic de cuivre, qu'on en remplit à près des deux tiers ; on y ajoute le chapiteau d'étain muni de son réfrigérant ; on le lutte avec du papier collé à la curcubite. On pousse le feu jusqu'à l'ébullition, après avoir mis de l'eau froide dans le réfrigérant ; il s'élève une grande quantité de vapeur d'eau odorante chargée d'huile volatile, qu'elle tient véritablement en dissolution, et accompagnée de la portion d'huile volatile qui ne peut pas s'y dissoudre à cause de son abondance ; on reçoit l'un et l'autre de ces produits dans un récipient de verre d'une forme particulière, et qu'on nomme

récipient florentin, parce qu'il a d'abord été employé à Florence. C'est un vaisseau conique, qui porte un peu au-dessus de son fond un tube dont le haut ne va qu'un peu au-dessous de l'ouverture du récipient, et qui, recourbé dans cette région vers le bas, laisse écouler la portion d'eau beaucoup plus abondante, et permet à l'huile de se rassembler au haut du récipient : autrefois on employait un serpentin dans la distillation des huiles volatiles; mais on y a renoncé, parce qu'on s'est aperçu qu'il s'en perdait une portion qui s'attachait aux parois du tuyau métallique.

12. L'eau qui passe avec l'huile est blanche, trouble et comme laiteuse, parce qu'elle tient un peu d'huile suspendue; mais cette liqueur s'éclaircit peu à peu en déposant cette huile qui vient nager à sa surface, et qui se réunit à celle qui passe immédiatement en gouttes. Quand cette eau est éclaircie, elle est chargée de l'odeur de la plante, et on la croyait autrefois imprégnée d'un principe particulier des végétaux que Boerhaave avait nommé *esprit recteur*, qui a été désigné par le nom d'*arome* dans la nomenclature méthodique, et sur l'existence prétendue duquel je ferai voir plus bas que les chimistes ont commis une grande erreur. Cette eau odorante qui accompagne l'huile volatile dans sa distillation, n'est qu'une vraie dissolution d'huile volatile dans l'eau, comme je le prouverai bientôt; j'en donne pour première preuve ici la propriété qu'on lui a reconnue depuis long-temps, d'augmenter la quantité de l'huile que l'on peut obtenir par la distillation d'une plante, lorsqu'on distille celle-ci, sèche et peu odorante, avec l'eau aromatique obtenue de la même plante : c'est ce qu'on a soin de faire dans les pharmacies tenues avec le soin et l'ordre convenables.

13. On suit quelques pratiques diverses dans la distillation des huiles volatiles, suivant la nature sèche ou solide plus ou moins dure, suivant la proportion de ce principe qui y existe. On laisse plus ou moins macérer dans l'eau les racines, les

bois, les écorces, les fruits, les plantes sèches, après les avoir coupées, hachées, rapées ou concassées. Cette macération dure depuis quelques heures jusqu'à quelques jours, suivant la solidité ou la sécheresse de la matière végétale. Pour procurer une plus haute température au mélange de l'eau et des plantes, et pour en faire élever une plus grande quantité d'huile volatile, quelques chimistes ont recommandé d'y ajouter une certaine dose de muriate de soude, qui en donnant plus de densité à l'eau, lui fait prendre une plus haute température avant sa volatilisation. Les plantes fraîches et en pleine végétation sont distillées avec moins d'eau, n'ont pas besoin d'y macérer auparavant, et n'exigent point une si haute température pour donner leur huile volatile.

14. On pratiquait autrefois dans les laboratoires de pharmacie et de parfumerie un procédé depuis long-temps abandonné à cause de son imperfection et du mauvais produit qu'il fournissait. On mettait la matière végétale, sèche ordinairement, spécialement des cloux de girofle, concassée sur un linge étendu à la surface d'un verre conique presque rempli d'eau; sur ce linge et au dessus de la matière végétale qu'il supportait, on plaçait un plateau de balance de cuivre qui portait des charbons allumés; le calorique dégagé de ces charbons pénétrait la substance végétale, y fondait et en séparait l'huile qui passait à travers le linge et tombait dans le verre, où elle se rassemblait à la surface de l'eau. Cette opération était nommée *distillation per descensum*, à cause de la direction que le feu placé au dessus donnait à la vapeur; mais elle fournissait une huile brune et en partie brûlée, mêlée de celle que donnait la matière végétale fortement torréfiée et de charbon; elle avait de plus l'inconvénient de faire perdre la plus grande partie de l'huile volatile qui s'échappait entre le linge et le fond du plateau de cuivre.

15. Comme la plupart des huiles volatiles sont destinées à la parfumerie sous le nom d'*essences*, et consacrées à la pré-

paration des diverses matières odorantes, je dois réunir ici un quatrième procédé qu'on n'a point eu coutume de placer dans cet ordre de faits chimiques, parce qu'on l'a regardé comme appartenant à l'histoire de l'arome, dont je n'admets point l'existence particulière, par les raisons que j'exposerai bientôt. Il y a des plantes ou des fleurs d'une odeur suave, extrêmement agréable, dont on ne peut pas obtenir d'huile volatile par la distillation, parce que ce principe y est tellement délicat, atténué et facile à décomposer, que la température nécessaire pour le dégager le détruit, l'altère et le rend fétide : telles sont la tubéreuse, le narcisse, la jonquille, le muguet, la jacinthe et la plupart des fleurs si odorantes des liliacées. Telles sont aussi dans d'autres familles des végétaux, le réséda, l'héliotrope et quelques autres. On a imaginé de recueillir, de fixer et de dissoudre ce principe odorant, si fugace et si décomposable, en enveloppant ces fleurs dans du coton imprégné d'une huile fixe inodore, et en les y laissant macérer pendant quelque temps à une douce température. On prend l'huile de ben pour cette opération ; on place, lit par lit dans un bain-marie d'étain, du coton qui en est imprégné et des couches de fleurs ; on recouvre la dernière de celles-ci par une couche épaisse du coton huileux ; on ferme et on lutte bien le couvercle d'étain ; on le plonge dans un bain-marie, dont l'eau est entretenue à trente et quelques degrés de chaleur ; on l'y laisse pendant quelques heures ou même quelques jours ; on fait refroidir, on enlève ensuite avec précaution les lits de coton, on les passe à la presse ; l'huile qui en sort est chargée du principe odorant des fleurs, et forme une espèce d'essence artificielle ; et il est si vrai que c'est à la dissolution d'une huile volatile que cette odeur est due, qu'en traitant ensuite les huiles parfumées par l'alcool, on leur enlève toute cette odeur, et l'on prépare ainsi ce qu'on nommait autrefois des *eaux essentielles spiritueuses*, ou des *eaux spiritueuses aromatiques*.

C. *Propriétés physiques.*

16. Quoique l'huile volatile, à quelque plante qu'elle appartienne et quelque variée qu'elle soit dans ses propriétés, en présente cependant toujours d'assez constantes et d'assez prononcées pour qu'on puisse les regarder comme caractéristiques de ce genre de matériaux immédiats ; quoiqu'on puisse compter dans cet ordre particulièrement leur odeur et leur volatilité, ces propriétés cependant y ont un si grand nombre de différences, qu'il est impossible de les décrire d'une manière générale, et qu'il est indispensable de parcourir les principales variations qu'elles présentent, pour avoir une idée suffisante des caractères du genre entier.

17. Je commencerai par l'odeur. L'imagination la plus riche ne peut se rendre compte de l'étonnante multiplicité de variétés et de différences qui appartiennent à ce premier caractère. Non seulement chaque plante et chaque huile a son caractère propre, mais encore il varie dans chacun de ces produits, par des nuances que l'organe seul de l'odorat peut apprécier, suivant une foule de circonstances dont il est impossible d'apprécier l'influence, quoiqu'on en reconnaisse si aisément la réalité. Ce qu'il y a de plus important à bien connaître à cet égard, c'est qu'il n'existe point, comme on l'a cru jusqu'ici, un principe particulier indépendant de l'huile elle-même, qu'on avait regardé comme l'arome ou esprit recteur, qu'on disait se dégager de l'huile volatile : c'est celle-ci toute entière réduite en vapeur, et qui en totalité vient agir sur les nerfs olfactifs.

18. La consistance des huiles volatiles varie, mais beaucoup moins que leur odeur. Il y a quatre genres principaux de consistance dans ces huiles ; les unes sont très-fluides comme de l'eau pour le coup-d'œil, comme celles de lavande, de rhue, de citron, de bergamotte, de cédrat : cela se remarque sur-tout dans les huiles extraites par l'expression. Il en est

d'épaisses, de visqueuses, comme le sont en général celles des bois, des racines, des écorces et des fruits de l'Inde et de l'Amérique. D'autres se congèlent ou prennent une consistance grenue ou solide à des températures plus ou moins basses, ainsi que celles d'anis, de fenouil, de persil, de benoite; quelques-unes même parmi ces dernières sont toujours concrètes, comme celle de la rose, qui a la consistance d'un beurre ou d'une graisse. Enfin, plusieurs sont susceptibles de se cristalliser et de déposer au milieu de leur portion restée liquide, des polyèdres transparens plus ou moins jaunes, qui ne sont que de l'huile pure; il paraît cependant que ce dernier effet, qui n'a lieu qu'à l'aide du temps, qu'on a sur-tout observé dans les huiles de romarin, de lavande, dépend d'un commencement d'oxidation, comme l'a soupçonné le citoyen Vauquelin. On a quelquefois confondu ces cristaux huileux avec du camphre, qu'il est aisé d'en distinguer, comme je le ferai voir.

19. On doit admettre également une grande différence dans la couleur des huiles volatiles. Il en est qui n'en ont point ou qui n'en ont qu'une légèrement citrine comme celle d'anis, et la plupart de celles qu'on extrait sans feu des écorces des fruits. La plupart sont d'un jaune plus ou moins prononcé, comme celle de lavande officinale, celle de grande lavande, qu'on nomme huile d'aspic, *lavandula spica*, et un grand nombre d'autres; quelques-unes d'un jaune foncé rouge ou brun, ainsi que les huiles de canelle, de girofle, de bois de Rhodes, etc.; plusieurs sont bleues comme celle de camomille, vertes comme celle du persil, d'un vert bleu ou glauque comme celle de mille-pertuis: quelques-unes, obtenues bleues au moment de leur distillation, deviennent ensuite rouges par le laps de temps, ainsi qu'on l'observe pour l'huile distillée du galbanum, etc. En général, la couleur citrine ou la rougeâtre sont les deux dominantes dans les huiles volatiles, et c'est toujours à l'une ou à l'autre de ces nuances qu'elles s'arrêtent.

20. La saveur des huiles volatiles est presque constamment âcre, piquante, chaude, et même brûlante ; quelques-unes néanmoins n'en ont qu'une très-faible. Souvent des matières végétales très-âcres et très-amères ne donnent point d'huile qui ait cette qualité, comme on le voit pour celle du poivre et de l'absinthe. Quand on met une seule goutte d'huile volatile sur la langue, elle y produit le sentiment d'une brûlure et d'une irritation très-forte. Quelquefois même ce sentiment se propage et s'étend dans la gorge, dans l'œsophage et jusqu'à l'estomac, par une impression de chaleur et d'âcreté qui excite, chez les personnes délicates et nerveuses, des mouvemens, des borborygmes, des rots, des nausées, de la faiblesse, du mal-aise. Souvent cette scène, toute due à l'action nerveuse, se termine même par des évacuations. Aussi les médecins, en rangeant cette matière parmi les âcres presque caustiques, quand elle agit en masse, l'ont-ils regardée, lorsqu'elle n'est prescrite qu'en proportion très-légère et étendue dans un grand véhicule, comme un stimulant, un irritant plus ou moins actif. Son effet se fait promptement sentir sur des organes fort éloignés du lieu où l'huile volatile est appliquée : c'est ainsi qu'elle fait contracter rapidement à l'urine une odeur forte, souvent agréable, analogue à celle de l'iris ou de la violette. C'est par un principe analogue que l'asperge lui communique, à ce qu'il paraît, une fétidité insupportable.

21. En général l'huile volatile a une pesanteur spécifique plus légère que celle de l'eau, et nage, comme on le sait, à la surface de ce liquide. Cependant celles de girofle, de canelle et de sassafras vont au-dessous de l'eau ; il ne faut pas en conclure, comme on le faisait autrefois, que les huiles des plantes exotiques, de l'Inde sur-tout, sont généralement plus pesantes que l'eau, puisque celles de macis, de muscade, de poivre, de cubèbes, de cardamome, sont plus légères que ce liquide. En général la pesanteur des huiles volatiles, plus légères que l'eau, est à celle de ce liquide comme 8697.8938.9910 sont

à 10000. Celle des plus lourdes est au contraire :: 10363 ou 10439 : 10000.

22. Il faut joindre à l'énoncé de ces caractères ou de ces propriétés physiques, celui des falsifications ou des sophistications qu'on se permet trop souvent sur ces huiles; c'est presque toujours avec des huiles fixes inodores ou avec l'huile de térébenthine, la plus commune et la moins chère de ces matières, qu'on étend et qu'on alonge les huiles volatiles les plus précieuses. En frottant un papier fin qui s'en imprégne promptement, on reconnaît une huile volatile sophistiquée avec une huile fixe, en ce que la portion de la première étant volatilisée, il reste sur le papier une tache huileuse, formée par l'huile fixe qui ne se volatilise pas de la même manière. Quant à celles qui sont mêlées d'huile de térébenthine, on les distingue par l'odeur très-caractérisée de cette dernière, qui subsiste plus ou moins long-temps après la volatilisation de l'autre. Le seul frottement dans les mains suffit souvent pour distinguer à l'odeur l'une et l'autre de ces sophistications. Il est plus difficile de reconnaître les mélanges des huiles volatiles, analogues les unes aux autres, par leur odeur, leur consistance et leur couleur; mais ceux-ci sont plus rares et moins frauduleux. Si elles sont mêlées d'alcool, on reconnaît facilement la fraude en les jetant dans de l'eau qui y produit un précipité blanc laiteux, très-abondant.

D. *Propriétés chimiques.*

23. D'après ce qui a été exposé dans les deux articles précédens sur les propriétés chimiques des huiles fixes, il n'est plus nécessaire ici que de comparer seulement aux premières les huiles volatiles, et d'insister sur les différences qui existent entre ces deux genres de corps. Il est d'abord évident que la première différence qui les caractérise et que leur nom exprime, c'est qu'elles doivent être infiniment plus difficiles à

décomposer par le feu que les huiles fixes. Elles se réduisent si promptement et si facilement en vapeur, qu'il est presque impossible d'en opérer ainsi la décomposition. Cependant en les distillant très-doucement à un petit feu, après les avoir fixées jusqu'à un certain point par du sable très-fin ou par de l'alumine, elles donnent de l'eau, du gaz hidrogène carboné, du gaz acide carbonique, une portion d'huile un peu épaissie, et elles laissent une trace charbonneuse. En multipliant cette opération, on parvient à décomposer, mais très-longuement et très-difficilement, une huile volatile.

24. Elles sont beaucoup plus combustibles, s'enflamment à froid par le seul contact d'un corps en ignition par l'étincelle électrique; elles répandent en brûlant une fumée abondante, et donnent beaucoup de suie; leur flamme est très-forte, très-blanche, la chaleur qu'elles dégagent très-abondante. Il leur faut plus d'oxigène pour brûler que les huiles fixes, et elles donnent plus d'eau parmi les produits de leur combustion. Cela vient manifestement de la plus grande proportion d'hidrogène qu'elles contiennent, et de la moindre quantité de leur carbone. C'est en raison de leur plus grande combustibilité que l'on se sert d'huile de grande lavande ou d'aspic, pour allumer plus promptement les lampions et les lampes, dont on imprégne les mêches de cette huile pour les illuminations.

25. Quand on les expose à l'air froid, elles éprouvent un autre genre d'altération. La plupart se colorent et s'épaississent, elles exhalent toutes une odeur forte; elles gâtent l'air et le rendent promptement délétère pour les animaux, comme le prouvent les peintures dans lesquelles elles sont employées; elles y versent de l'hidrogène qui y forme de l'eau, dont on trouve souvent des gouttes plus ou moins sensibles à leur surface quand on les garde dans des vases mal bouchés. Quelques-unes cristallisent; la plupart passent à l'état résineux et perdent alors la plus grande partie de leur odeur; ce qui dépend manifestement du double effet simultané de la perte d'une

portion de leur hidrogène et de l'augmentation de leur carbone.

26. Elles se combinent sensiblement et facilement avec l'eau. Il suffit de les agiter avec ce liquide pour les y dissoudre. Il contracte alors une odeur forte et une légère saveur âcre : c'est ainsi que je prépare les eaux odorantes, aromatiques, qui ne sont autre chose que des dissolutions d'huile volatile dans l'eau, préparées par l'action du feu et la distillation.

27. Elles dissolvent le phosphore et le soufre. La première de ces dissolutions, lumineuse dans l'obscurité, est très-fétide, donne du gaz hidrogène phosphoré par l'action du feu ; la seconde, très-colorée, et connue sous le nom de *baume de soufre* dans les pharmacies, nom auquel on ajoute celui de l'huile avec laquelle on le prépare, comme *térébenthiné*, *anisé*, etc., fournit beaucoup de gaz hidrogène sulfuré par la chaleur. Elles n'agissent point sur les métaux, et ne se combinent point avec leurs oxides, comme les huiles fixes. En général elles sont moins disposées que celles-ci à former des oxides huileux, et lorsqu'on les traite par des matières oxigénées, quelles que soient ces matières, elles tendent plutôt à se décomposer, à laisser isoler leur hidrogène et leur carbone.

28. Telle est la raison de la différence d'action qu'exercent les acides sur les huiles volatiles, de celle qu'ils exercent sur les huiles fixes. En général les premières sont bien plus décomposables et altérables par ces corps. L'acide sulfurique concentré les brunit et les épaissit, en dégageant une partie de leur hidrogène avec effervescence et chaleur ; il en convertit une portion en eau. Ce qui reste de l'huile volatile après cette action, n'est ni une résine, ni un bitume, comme on l'a cru : c'est véritablement l'huile volatile charbonnée, en partie décomposée, et contenant un acide. L'acide nitrique, chargé de gaz nitreux, les enflamme sur-le-champ, les convertit en grande partie en eau et en acide carbonique, laisse cependant un charbon volumineux et léger ; les mêmes acides étendus d'eau, blanchis-

sent ou jaunissent et épaississent ces huiles, mais ne les portent point à un véritable état savonneux comme on l'a dit. Ce n'est qu'une décomposition lente qui tend à les convertir en acides végétaux. L'acide muriatique ne les altère que très-peu. L'acide muriatique oxigéné les blanchit, les concrète en partie ou les épaissit, et les rapproche plus que les précédens de l'état résineux.

29. Les alcalis ne les dissolvent non plus qu'avec beaucoup de peine : de là les trop longues discussions entre les chimistes sur le savon proposé par l'alchimiste Starkey. Le peu de savon que l'on obtient en triturant et en laissant séjourner quelque temps les lessives alcalines caustiques concentrées avec les huiles volatiles, est nommé savonule dans la nomenclature méthodique, comme pour indiquer que c'est en effet une combinaison légèrement ou très-peu savonneuse. Cette union faible entre ces matières, dépend, comme on le voit, du peu de tendance qu'a une huile volatile pour absorber l'oxigène sans décomposition de sa part, ou pour former un oxide huileux.

30. Les sels n'ont point d'action sensible sur les huiles volatiles. Les nitrates les brûlent à l'aide de la chaleur. Le muriate suroxigéné de potasse les enflamme et les détruit par le choc. Les sels et les dissolutions métalliques sont souvent décomposées par les huiles volatiles, quand on les laisse sur-tout long-temps en contact avec ces corps combustibles mixtes. C'est ainsi qu'une dissolution d'or, agitée avec une huile volatile, et long-temps séjournant avec elle, précipite des grains ou des lames d'or : l'huile acquiert dans ce cas la propriété de se séparer sous forme cristalline, solide et régulière, comme l'a observé le citoyen Vauquelin.

31. Enfin l'huile volatile s'unit plus ou moins facilement avec différens matériaux des végétaux déja examinés. Le mucilage, le sucre, la fécule même à l'aide d'un peu de chaleur, la rendent ou dissoluble ou susceptible de rester long-temps suspendue dans l'eau. C'est ainsi qu'on communique à ce liquide,

ou à plusieurs autres corps l'aromate des fruits à huile volatile, comme le citron, l'orange, etc., lorsqu'en frottant leur écorce avec du sucre qui en absorbe une portion de l'huile, on dissout ensuite ce sucre dans l'eau : c'est ce qu'on nomme *oleo* ou *oleo-saccharum*. On unit aussi très-facilement les huiles volatiles, soit avec les huiles fixes par la simple agitation et le seul mélange, soit avec les cires et les beurres végétaux, à l'aide d'une légère chaleur. Ces derniers les fixent en quelque sorte et forment ainsi les onguens ou les parfums onguentacés des anciens. La nature offre cette union toute faite d'un suc huileux et butyreux avec une huile volatile, dans le beurre de muscade et dans plusieurs autres végétaux.

E. *Espèces.*

32. Tout ce qui a été exposé des principales différences des huiles volatiles, sur-tout dans l'examen de leur siége, de leur extraction et de leurs propriétés physiques, pourrait suffire à la rigueur pour reconnaître la nécessité de distinguer des espèces dans ce principe végétal, et même pour établir entre elles une distinction assez prononcée. Je me contenterai donc de présenter ici un tableau abrégé de la méthode qui peut être suivie pour partager les huiles volatiles en espèces, en faisant remarquer qu'il ne peut pas être question ici de parcourir, une à une, la nombreuse suite d'huiles qu'on emploie dans les arts, mais seulement de les rapporter en général à un certain nombre d'espèces principales.

33. En comparant les unes aux autres les huiles volatiles très-variées qu'on extrait des plantes pour la pharmacie ou la parfumerie, je les divise en six genres principaux, suivant leurs caractères sensibles, leurs propriétés chimiques, ou leurs mélanges, et je désigne ces six genres par les dénominations d'*huiles fugaces*, d'*huiles légères*, d'*huiles visqueuses*, d'*huiles concrètes*, d'*huiles céracées*, et d'*huiles camphrées*.

34. Je nomme huiles fugaces celles qu'on ne peut pas recueillir par la distillation, ni par la pression, qu'on ne se procure qu'en les enlevant aux végétaux qui les contiennent, et en les fixant par des huiles grasses. Les principales espèces de ce genre qu'on a confondues jusqu'ici avec des esprits recteurs ou de prétendus aromes, sont celles de lys, de la tubéreuse, du narcisse, de la jacinthe, du muguet, du jasmin, du réséda et de l'héliotrope.

35. Les huiles légères du second genre sont celles qui sont très-liquides, presque sans couleur, tirées par la simple expression des écorces où elles sont renfermées dans des vésicules bien visibles. Les espèces les plus connues sont les essences de citron, de limon, d'orange, de cédra, de bergamotte, etc. Il faut observer que celles-ci peuvent passer aux deux états suivans à l'aide du temps et d'une déperdition d'hidrogène.

36. Dans le troisième genre je place les huiles volatiles visqueuses ou épaisses, ordinairement colorées en brun. Les précédentes, gardées long-temps, parviennent à cet état. Ce genre renferme de plus les huiles de macis, de cardamome, de poivre, et sur-tout les huiles plus pesantes que l'eau, du sassafras, du girofle et de la canelle.

37. Je rapporte au quatrième genre les huiles volatiles obtenues, comme les précédentes, par l'action du feu et la distillation, mais qui prennent une forme concrète ou cristalline, soit par le refroidissement, soit par une lente évaporation et cristallisation. Les espèces principales des premières sont l'huile de persil, de fenouil, d'anis, de benoite, de rose; aux secondes appartiennent l'huile de thim, de marjolaine, de menthe, et sans doute un beaucoup plus grand nombre susceptibles de cristalliser.

38. Le cinquième genre est formé par les huiles volatiles ciracées que la nature présente, et que l'art extrait par la pression et leur ramollissement préliminaire à l'aide du feu, dans l'état concret, unies à des matières huileuses butyracées ou

cireuses. On ne connaît encore bien exactement que le beurre de muscade qui soit de ce genre; mais il en existe sans doute beaucoup d'autres dans la nature.

39. Enfin je consacre le sixième genre des huiles volatiles à celles que je nomme camphrées, parce qu'elles tiennent naturellement en dissolution le corps volatil et inflammable qui sera examiné dans l'article suivant, sous le nom de camphre. Les huiles de romarin, de sauge, de lavande, de matricaire, de marjolaine, de l'aunée, de la pulsatile, des racines de zédoaire, de valériane, etc., appartiennent spécialement à ce genre.

Au reste, ces distinctions seront rectifiées à mesure que les observations sur ces huiles deviendront elles-mêmes plus exactes et plus nombreuses.

F. *Usages.*

40. On a vu, par tous les détails précédens, que les huiles volatiles sont utiles à un grand nombre d'usages. Outre les propriétés médicinales qui les caractérisent et qui les font employer dans beaucoup de cas comme remèdes très-actifs et très-précieux; outre leurs effets si multipliés et leur usage si fréquent sous la forme d'eaux aromatiques; outre leur emploi comme stimulans, antiseptiques et cathérétiques externes, elles font la principale matière des parfums. De tous les matériaux des végétaux ce sont les plus expansibles, les plus volatils et les plus odorans. Elles constituent toutes les odeurs qu'on nommait autrefois esprits recteurs ou aromes; ce n'est pas seulement sous leur état primitif d'essences qu'on les emploie dans la parfumerie; on les y combine aux huiles fixes, aux mucilages, aux fécules, à l'alcool, au vinaigre, aux graisses. On les ajoute aux poussières et aux espèces de plantes qui remplissent les sachets, les pots-pourris, etc. On varie de toutes les manières leur forme et leur modification.

Elles entrent aussi dans la composition de quelques matières odorantes à brûler, ou des pastilles aromatiques.

On les mêle à un grand nombre de boissons pour les aromatiser et les rendre agréables, sur-tout dans les liqueurs de table.

Elles servent aussi de corps combustibles dans quelques circonstances.

On les emploie encore pour conserver les cadavres, et elles font partie des embaumemens.

Enfin elles sont quelquefois mêlées à des résines et à des gommes-résines pour les préparations des couleurs et des peintures.

Fin du septième volume.

TABLE DES MATIÈRES

DU SEPTIÈME VOLUME.

SEPTIÈME SECTION.

Des composés organiques végétaux.

Fin de la table du septième volume.

ERRATA.

Page 24, ligne 25. alterne, *lisez* extrême.
82 —— 3. métaux bien trempés, *lisez* bois trempés.
135 —— 17. feuille, *lisez* fécule.
142 —— 1. retient, *lisez* contient.
143 —— 26. carbone, *lisez* charbonne.
144 —— 24. chaux, *lisez* chaleur.
169 —— 28. connue et employée, *lisez* sucrée, employée.
192 —— 29. manganèse, *lisez* de magnésie.
217 —— 14. acidification, *lisez* acidité.
291 —— 22. on connaît, *lisez* on conçoit.
299 —— 20. lavure, *lisez* levure.
309 —— 26. circonstances, *lisez* consistances.
314 —— 16. extrait, *lisez* extractif.
325 —— 28. 1000, *lisez* 10000
345 —— 5. oxide de vert, *lisez* oxide vert.

SYSTÈME

DES

CONNAISSANCES CHIMIQUES.

SYSTÊME

DES

CONNAISSANCES CHIMIQUES,

ET DE LEURS APPLICATIONS

AUX PHÉNOMÈNES

DE LA NATURE ET DE L'ART;

PAR A. F. FOURCROY,

De l'Institut national de France ; Conseiller d'État ; Professeur de chimie au Muséum d'histoire naturelle, à l'École polytechnique et à l'École de médecine ; des Sociétés philomathique et philotechnique, d'Agriculture, d'Histoire naturelle ; de la Société médicale d'émulation, de celle des Amis des arts, de celle des Pharmaciens de Paris ; du Lycée républicain, du Lycée des arts ; membre de plusieurs Académies et Sociétés savantes étrangères.

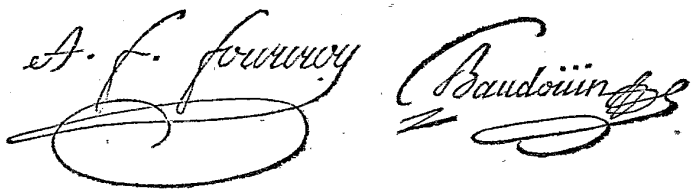
TOME VIII.

PARIS,

BAUDOUIN, Imprimeur de l'Institut national des Sciences et des Arts, rue de Grenelle-Saint-Germain, nº. 1131.

BRUMAIRE AN IX.

Cet ouvrage est mis sous la sauve-garde de la loi.
Tous les exemplaires sont signés par l'Auteur et l'Imprimeur.



SYSTÊME

DES

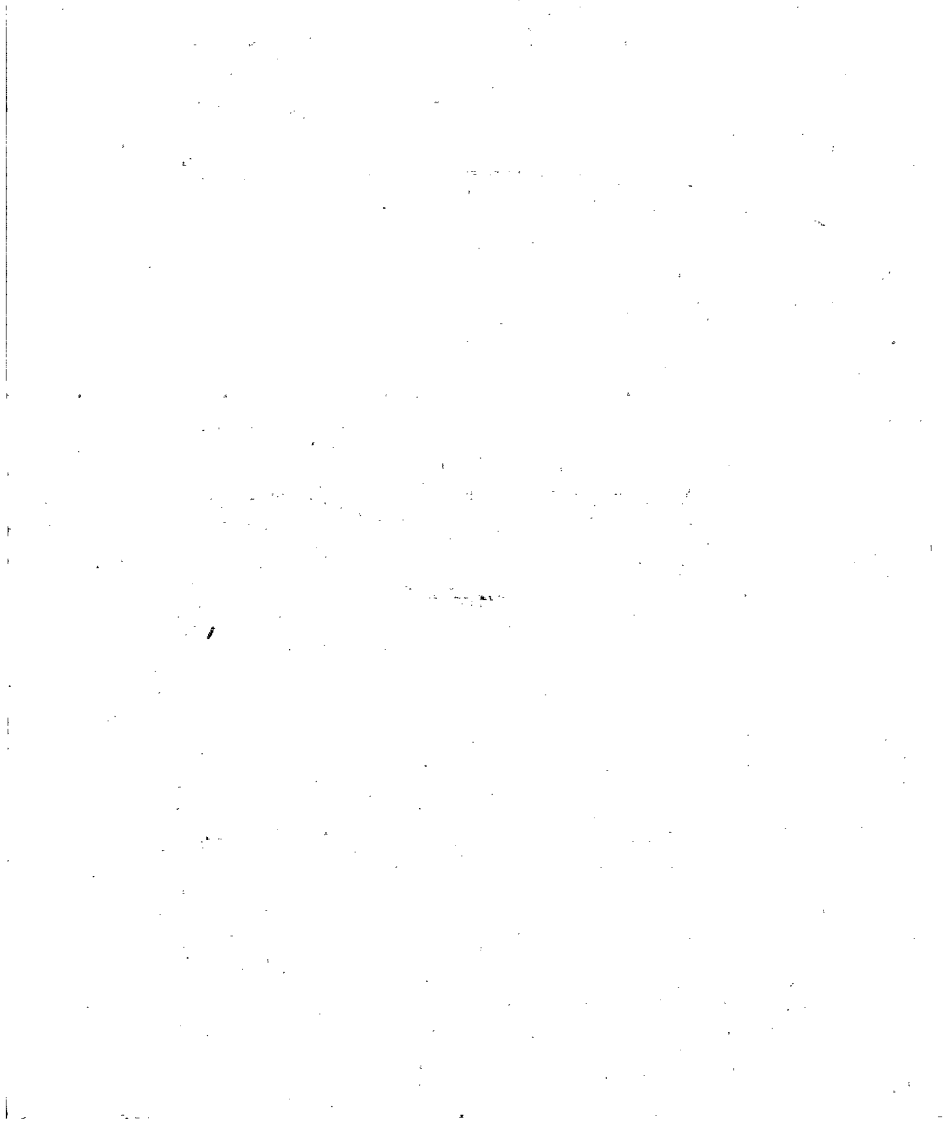
CONNAISSANCES CHIMIQUES.

SUITE

DE

LA SEPTIÈME SECTION.

DES COMPOSÉS VÉGÉTAUX.



SUITE
DE
LA SEPTIÈME SECTION.

ARTICLE IV.

Du onzième des matériaux immédiats des végétaux ; du camphre.

A. *Siége.*

1. On ne regardait pas autrefois le camphre comme un des matériaux immédiats des végétaux, mais seulement comme un principe particulier à l'arbre des Moluques qui le fournissait. Slare et Ludovic en ont vu les premiers dans une vieille huile de Canelle ; Kunckel, dans celle d'anis et de romarin épaissie ; Cruger, dans l'huile de marjolaine gardée vingt-sept ans. Geoffroi a étendu et confirmé ces observations en constatant l'existence du camphre dans plusieurs huiles essentielles, et en observant qu'il s'en précipitait par le temps, sur-tout dans les huiles que j'ai citées. Depuis ces chimistes, Cartheuser en a trouvé dans un plus grand nombre de plantes. M. Proust a décrit avec exactitude l'art de l'extraire, même avec profit, de plusieurs espèces d'huiles volatiles qui croissent abondamment dans la province de Murcie.

2. L'arbre qui fournit le camphre est une espèce de laurier qui croît abondamment à Ceylan, à Bornéo, à Java. Il existe aussi dans les racines de caneflier, de zédoaire, de sassafras, dans les huiles de thim, de romarin, de sauge, de lavande, de

marjolaine, de matricaire. Le citoyen Josse, pharmacien de Paris, en a retiré assez sensiblement pour le bien reconnaître de la racine d'aunée. J'en ai trouvé des traces bien prononcées dans la racine de valériane. Il existe en général dans plusieurs huiles volatiles qui le tiennent en dissolution, et qui le laissent précipiter, soit par l'évaporation spontanée, soit par l'action du feu. Plusieurs chimistes assurent que le thim et la menthe poivrée, desséchés lentement, donnent beaucoup de camphre par la distillation. M. Achard a observé qu'il se dégageait une odeur de camphre quand on traitait l'huile volatile de fenouil par l'acide nitrique ; que celle d'anis en fournissait de cristallisé, par le même acide ; enfin que le vinaigre chargé de l'huile d'angélique en laissait précipiter par l'addition de la potasse.

3. Tous ces faits réunis ne doivent laisser aucun doute sur l'existence du camphre dans un assez grand nombre de végétaux ; il y a lieu de croire que l'on en trouvera plus abondamment encore lorqu'on multipliera les recherches sur ce point. Il ne faut donc plus, d'après cela, regarder le camphre comme un principe particulier à un végétal, mais véritablement comme un des matériaux immédiats des plantes, et il doit tenir un rang parmi ces matériaux.

B. *Extraction.*

4. Malgré que le camphre existe, à ce qu'il paraît, dans beaucoup de végétaux, le plus abondamment employé, parce qu'il est le plus facile à extraire, est celui qu'on retire, dans les Moluques, du *laurus camphora* de Linné ou du laurier camphrier. Cet arbre croît facilement et en grande quantité dans les îles Sumatra, Bornéo, Java, et dans le Japon. Plusieurs voyageurs assurent que cet arbre en contient quelquefois en si grande quantité, qu'il suffit de le fendre pour en retirer des larmes assez grosses et pures. On l'obtient de ce végétal par la distillation. On met dans un grand alambic les racines et

les tiges du laurier camphrier, coupées en petits morceaux, avec de l'eau ; on adapte à l'alambic un chapiteau, garni à l'intérieur de cordes de paille de riz. La chaleur que l'on donne volatilise et sublime le camphre qui s'attache aux cordes de riz, sous la forme de petits grains grisâtres et sales que l'on réunit par le frottement en morceaux plus gros. Le camphre ainsi recueilli est impur. On le raffine en Hollande par une sublimation, dans laquelle on emploie un seizième de son poids de chaux. Quelques personnes assurent que l'on fait cette opération sans addition, dans des galères placées sur des fourneaux alongés, construits en pente, dans lesquels on entretient le feu en y faisant tomber successivement, en raison de la direction de ces foyers, les enveloppes membraneuses des grains de sarrazin, *polygonum fagopyrum ;* on sépare ces enveloppes du sarrazin par le renflement à l'aide de l'eau, et par le seul effet d'une chaleur douce : elles s'allument avec rapidité en raison de leur sécheresse.

5. A ces détails sur l'art ancien d'extraire le camphre du laurier camphrier, il est nécessaire de joindre ici une courte notice d'un travail sur l'extraction du camphre de plusieurs huiles volatiles, faisant partie d'une dissertation de M. Proust, chimiste français, professeur à Ségovie depuis 1784, publiée en espagnol dans cette ville en 1789 sous le titre suivant : *Resultado de las experiencias hechas sobra el alcanfor de Murcia. Con licencia en Sigovia pordon Antonio Espinosa.* J'en parlerai d'après un extrait très-détaillé, inséré, par M. Arezula, chimiste espagnol, l'un de mes élèves, dans les Annales de chimie, tom. IV, p. 179. M. Proust ayant observé dans un flacon d'huile volatile de lavande différentes cristallisations en arbrisseaux, formées d'octaèdres placés les uns sur les autres, et une espèce de neige déposée sur la partie du flacon où cette huile avait été répandue au dehors, découvrit ainsi la présence du camphre dans cette huile, et soupçonna qu'il existait aussi dans celles de plusieurs autres labiées de Murcie, province très-fertile

en ce genre de plantes, et qui fournit beaucoup d'huiles volatiles au commerce. La suite de ses recherches lui a bientôt appris que la seule évaporation à l'air libre était un moyen très-propre à séparer le camphre de ces huiles. A une température entre 6—o et 10+o du thermomètre de Réaumur, il a exposé à l'air dans des assiettes de porcelaine et dans un lieu tranquille, des quantités assez grandes d'huiles de romarin, de marjolaine, de sauge et de lavande du pays indiqué. L'évaporation spontanée a suffi pour lui faire obtenir du camphre en cristaux $\frac{1}{16}$ du poids de celle de romarin, près d'$\frac{1}{10}$ de celle de marjolaine, près de $\frac{1}{8}$ de celle de sauge, et plus d'$\frac{1}{4}$ de celle de lavande. Il n'a cependant pas tenu compte de celui qui s'est dissipé avec l'huile volatilisée dans l'air : ainsi ces quantités de camphre, quoique considérables, sont encore au-dessous de ce qui en était contenu dans les huiles indiquées. L'huile de lavande, la plus riche en camphre, a donné la première portion de ce corps, séparée après vingt-quatre heures; il était en lames entrelacées les unes dans les autres, il en a séparé la portion d'huile qui y adhérait par la seule suspension dans un entonnoir. A quinze degrés, l'évaporation plus prompte fait séparer du camphre de cette huile volatile après douze heures d'exposition à l'air. Dans les années très-chaudes, l'huile distillée en emporte tant avec elle qu'elle le dépose en refroidissant, et un apothicaire de Madrid a assuré à M. Arezula que depuis long-temps on retirait, par un procédé aussi simple, le camphre des huiles volatiles de Murcie, et qu'il était vendu trente sous dans le commerce. L'huile volatile de sauge laisse déposer son camphre un peu plus tard que celle de lavande, et il est plus difficile d'en séparer la portion d'huile qui le mouille. Le camphre, ainsi obtenu, séché dans du papier-joseph, était sec, blanc et brillant comme la neige; il avait à peine l'odeur propre à chaque huile qui l'avait fourni.

En distillant les huiles de lavande dans un bain-marie large et peu profond, placé à quelque distance de l'eau entre-

tenue à quelques degrés au-dessous de l'ébullition, jusqu'à tirer un tiers de ces liquides et en laissant refroidir l'appareil, on extrait des deux tiers de celle qui est restée dans le vaisseau le camphre cristallisé et précipité à l'aide d'une écumoire : on le fait égoutter sur un tamis, ou on le soumet à l'effort léger d'une presse. On traite l'huile résidue avec de nouvelle eau, comme la première fois. La chaleur de l'ébullition et la distillation, poussées plus loin qu'au tiers, font sublimer le camphre dans le chapiteau. L'opération faite, comme il a été dit, donne la moitié du camphre contenu dans l'huile. Trois opérations successives suffisent pour dépouiller l'huile de lavande du camphre qu'elle peut donner. On ne peut cependant jamais en obtenir par là qu'un cinquième au lieu du quart qu'elle en contient. Le résidu en contient $\frac{1}{72}$, et l'huile distillée $\frac{6}{72}$. M. Proust estime qu'en grand cette huile ne fournira que $\frac{15}{72}$ de camphre au lieu de $\frac{18}{72}$ qui y sont contenus.

En raffinant le camphre ainsi obtenu par la sublimation, le professeur de Ségovie a fait quelques observations importantes. Vingt-quatre parties de ce produit ne lui en ont donné que vingt-deux de très-blanc, solide et pur : les $\frac{2}{24}$ qui restaient, chauffées plus fortement, sont devenues rouges brunes, et devaient cette couleur à une résine qui, dissoute avec lui dans l'alcool, s'est précipitée en restant tenace et rougeâtre par l'eau, tandis que le camphre s'est précipité en flocons blancs. Cette résine provenant d'un peu d'huile restée entre les lames du camphre dans la première opération, avait empêché la sublimation de sa dernière partie. La chaux a facilité son raffinage, et a donné $\frac{25}{24}$ de camphre blanc et sec. La cendre lavée lui a également réussi. L'argile blanche lui a donné un camphre jaune : il conseille de rejeter cette dernière, et de préférer la chaux ou les cendres lessivées. Il faut que ces matières soient bien sèches ; l'eau qu'elles contiennent fait bouillonner le mélange, dont les jets gâtent le camphre sublimé. Un feu assez fort et des vaisseaux plats contribuent beaucoup à faire

obtenir le camphre en pains blancs et solides, comme il doit être pour le commerce. On peut faire bouillir le camphre qui se fond avant sa sublimation, qui est, comme on l'a vu, moins volatil que l'huile : il faut plus de feu qu'on ne le croirait, d'après les anciennes idées sur la volatilité du camphre. C'est d'ailleurs le seul moyen de l'obtenir transparent et massif : il paraît que c'est-là le secret des raffineries hollandaises. En se refroidissant, le camphre sublimé se resserre sur lui-même et se fond en divers endroits : il se sépare bien du vaisseau, au lieu que moins chauffé, lamelleux, poreux ou spongieux, il y adhère beaucoup.

L'auteur, d'après des calculs simples et précis sur le prix de l'huile de lavande, du camphre en Murcie, et sur les frais de l'opération qu'il décrit pour l'extraction et le raffinage du camphre, comparés aux produits qu'il en a obtenus, conclut que le bénéfice irait entre 60 et 63 pour 100.

L'huile de sauge, traitée de la même manière que celle de lavande, quoique n'exigeant qu'un tiers de produit volatilisé, ne donnerait, suivant lui, qu'un bénéfice de 12 à 13 pour 100, à cause de la moindre quantité de camphre qu'elle contient ; celle de marjolaine qu'un bénéfice de 10 à 11, et celle de romarin un bien moindre encore, puisqu'il ne va qu'à 4 ou 5 pour 100.

M. Proust termine ce travail intéressant par comparer les propriétés du camphre extrait de l'huile de lavande de Murcie à celles du camphre du commerce, et il a trouvé absolument les mêmes effets dans l'un et l'autre, traités par l'acide nitrique. L'un et l'autre lui ont fourni, après les avoir précipités, de l'acide nitrique par l'eau, un déchet de 35 pour 100, sur lequel je reviendrai plus bas.

6. Ces détails intéressans me font présumer qu'on pourra tirer beaucoup de parti des plantes labiées qui croissent si abondamment dans les départemens méridionaux de la République, et spécialement de la grande espèce de lavande,

lavandula spica, la même que celle de Murcie, dont on extrait déja chez nous l'huile d'aspic. Quand même la différence des climats apporterait quelque modification dans la quantité du produit, il y a lieu d'espérer que cette huile, si abondante et à si bon marché en comparaison avec les autres huiles volatiles, fournira du camphre par les procédés de M. Proust, et donnera ainsi une nouvelle matière pour laquelle la France n'aura plus à exporter la quantité de numéraire que cette denrée lui coûte.

C. *Propriétés physiques.*

7. Le camphre bien pur est un corps blanc, concret, transparent, cristallisé en octaèdres ou en lames carrées, dont la pesanteur est à celle de l'eau sur laquelle il nage :: 9.887: 10.000. Sa saveur est âcre, chaude, piquante et amère. Son odeur forte et désagréable a fait dire, dans l'école de Salerne, *camphora per nares castrat odore mares*, parce qu'on lui a depuis long-temps attribué la propriété calmante et sédative; mais elle est loin de s'étendre jusqu'à celle d'éteindre la faculté génératrice comme l'annonce ce vers.

8. Quand on le place en fragmens même assez gros sur l'eau, celle-ci se meut autour de ces fragmens, va et revient sur eux comme des flots qui en attaquent peu à peu la surface. De petits cylindres de camphre, placés verticalement dans de l'eau et au dessus, assujettis par un support qui les retient dans cette situation, se coupent suivant l'observation de M. Venturi, professeur de physique à Modène, au point juste où l'eau s'élève. De très-petits morceaux de ce corps, jetés sur l'eau, s'agitent et tournoient avec rapidité. Une gouttelette d'huile répandue sur la surface du liquide arrête tout-à-coup ce mouvement, qu'on a eu tort d'attribuer à l'électricité, et qui paraît être dû à l'attraction des molécules du camphre, de l'eau et de l'air, et à un effet véritable de combinaison entre ces trois corps.

7. Le camphre est un des corps les plus volatils que l'on connaisse ; il paraît cependant, d'après les expériences de M. Proust, l'être moins que l'huile volatile : mais il ne faut pas perdre de vue que cela ne doit s'entendre que de sa combinaison avec ces huiles, et non pas du camphre pur et isolé. Celui-ci, contenu dans un vase fermé et exposé à une température supérieure à 16 degrés du thermomètre de Réaumur, s'élève continuellement en vapeur et se sublime sans cesse : on trouve à la partie supérieure des parois du vase qui le contient des grains cristallins de camphre, attachés et groupés diversement sur le verre. Il paraît que dans ce cas l'air chaud le dissout couche par couche, et le dépose ensuite en refroidissant sur les parois du vaisseau.

10. Cependant le camphre est fusible à une température que le citoyen Venturi estime à 120 degrés du thermomètre de Réaumur. M. Proust l'a vu fondu et bouillonnant avant de s'élever en vapeur. A la vérité, l'on peut croire que le vingt-quatrième d'huile volatile auquel il était encore uni a influé sur sa fusion, malgré sa petite quantité. Dans cette sublimation, le camphre se cristallise autrement que lorsqu'il abandonne son dissolvant huileux, et il n'est par la volatilisation qu'en petits grains informes dans lesquels on n'aperçoit que difficilement quelques traces d'octaèdres. Le citoyen Venturi dit qu'il se sublime à 50 degrés du thermomètre de Réaumur. Suivant le même physicien, il se vaporise à la température ordinaire de l'atmosphère dans le vide du baromètre.

D. *Propriétés chimiques.*

11. En offrant quelques analogies avec les huiles volatiles, le camphre présente des différences très-remarquables. Dès qu'on le met en contact avec un corps enflammé, il s'allume vivement, répand une flamme très-blanche, une fumée abondante. Le citoyen Lagrange l'a brûlé dans le gaz oxigène au

dessus du mercure, à la manière dont Lavoisier a brûlé le carbone et le phosphore. Il en a obtenu beaucoup de charbon sublimé, du gaz acide carbonique, et un autre acide dont la nature n'est pas exactement déterminée, mais qu'il a comparé à l'acide camphorique. En distillant du camphre broyé avec de l'alumine pour le fixer en quelque manière, il en a extrait une huile d'un jaune doré, d'une saveur âcre, d'une odeur analogue à celle du thim et du romarin, volatile dans l'air, formant un savon liquide avec les alcalis caustiques, dissoluble dans l'alcool, blanchissant par l'acide muriatique oxigéné : il est resté dans l'alumine une matière charbonneuse très-noire et très-pure. Suivant le même chimiste, il se forme un peu d'acide camphorique pendant la distillation du camphre.

12. On n'a point encore examiné l'union des corps combustibles simples, du phosphore et du soufre, sur-tout avec le camphre. L'eau le dissout en bien petite quantité qui suffit cependant pour lui donner une odeur et une saveur âcres très-sensibles ; quand on fait brûler du camphre sur de l'eau, celle-ci contracte une saveur et des propriétés sensiblement acides.

13. Une des grandes différences du camphre avec les huiles volatiles, c'est la manière dont il se comporte avec les acides puissans. L'acide sulfurique concentré le dissout, et à l'aide de la chaleur il se dégage de l'acide sulfureux et du gaz hidrogène ; la liqueur devient d'un rouge violet ou brun ; on reconnaît qu'il se sépare du carbone, qu'il se forme de l'eau et un acide. L'acide nitrique le dissout tranquillement s'il est peu concentré. Cette dissolution jaunâtre se sépare en deux liquides ; celui qui surnage a été nommé improprement *huile de camphre* ; celui qui est au-dessous contient une portion du camphre déja altéré et acidifié, puisqu'en précipitant la liqueur supérieure avec de l'eau qui en sépare du camphre solide et sans altération, on trouve plus d'un tiers de déchet de la part de ce corps combustible. L'acide muriatique gazeux dissout

aussi le camphre et le met dans l'état aériforme ; il en est de même du gaz acide fluorique. L'eau précipite le camphre de ces dissolutions à l'état solide, comme de la dissolution nitrique.

14. M. Kosegarten a découvert il y a déja long-temps que l'acide nitrique distillé en grande quantité sur le camphre, le convertissait en un acide particulier. Le citoyen Bouillon Lagrange a confirmé cette découverte, et a poussé beaucoup plus loin ses recherches sur cet acide. Pour l'obtenir, on verse sur une partie de camphre, mis dans une cornue de verre, huit parties d'acide nitrique à 36 degrés. On chauffe au bain de sable, il se dégage beaucoup de gaz nitreux et d'acide carbonique gazeux ; il se sublime un peu de camphre non altéré. On recommence trois fois de suite cette opération sur le même camphre. L'acide camphorique se cristallise par le refroidissement de la liqueur qui reste dans la cornue : on le purifie en le dissolvant dans l'eau bouillante, et en laissant refroidir cette dissolution. On n'obtient pas tout-à-fait la moitié du poids du camphre en acide. Cet acide, qui paraît cristalliser en octaèdres aigus, a une saveur peu aigre, mais assez fortement amère. Il rougit le tournesol ; il s'effleurit à l'air. L'eau froide n'en dissout guère plus d'un trois-centième de son poids ; l'eau bouillante au contraire en dissout à peu près un douzième. Sur un charbon allumé il répand une fumée âcre aromatique, épaisse, et se dissipe entièrement. Il se fond et se sublime à une chaleur ménagée. Passé à travers un tube rouge avec du gaz oxigène, il reste sans altération. Cependant en le distillant dans une cornue, le citoyen Lagrange espère l'avoir décomposé, puisqu'il a perdu sa nature acide, sa dissolubilité dans l'eau : il a pris une odeur aromatique. Cet acide est aussi soluble dans les huiles. Ses combinaisons avec les terres, les alcalis et les métaux sont différentes de celles de tous les acides connus. Il ne précipite pas l'eau de chaux ; le camphorate de potasse et plusieurs autres sont bien cristallisables.

L'acide camphorique précipite plusieurs dissolutions métalliques, spécialement le sulfate et le muriate de fer.

15. Le camphre n'est point altérable ni dissoluble par les alcalis. Aucun sel n'a d'action sur lui, si l'on en excepte le muriate suroxigéné de potasse, qui le brûle et le détruit par le seul choc ou par la pression. Il n'a point d'attraction pour les acides métalliques, non plus que pour les dissolutions des métaux. Il se mêle et se suspend dans l'eau à l'aide des mucilages et du sucre. Les huiles fixes et volatiles le dissolvent, et la nature présente souvent, comme je l'ai fait voir plus haut, cette dissolution.

16. Quoique l'analyse exacte du camphre et ses propriétés chimiques soient encore loin d'être connues avec l'exactitude qu'on peut desirer aujourd'hui, celles que je viens d'énoncer suffisent pour distinguer ce corps des huiles volatiles, et pour le faire reconnaître comme un des matériaux immédiats des végétaux qui doit être étudié avec soin. Sa propriété de former un acide particulier par l'action du feu et par celle de l'acide nitrique suffit pour le caractériser. On l'a regardé, dans les derniers temps, comme une sorte d'huile volatile plus carbonée que celles qui portent spécialement ce nom.

E. *Espèces.*

17. S'il n'y a véritablement qu'une espèce de camphre qui se ressemble entièrement, à quelque matière végétale qu'il ait appartenu, et par quelque moyen qu'on l'ait obtenu, il est cependant vrai qu'avec le plus grand nombre de propriétés analogues, dans les différentes plantes où il existe, il offre quelques différences, et spécialement celle d'une odeur particulière et analogue au végétal d'où on l'a extrait. On peut donc, sous ce point de vue, en reconnaître autant d'espèces qu'il y a jusqu'ici de plantes qui le fournissent, quoique la qualification d'espèces soit réellement trop prononcée pour

désigner de simples variétés. Ainsi, outre le véritable camphre obtenu du tronc du laurier camphrier, on peut reconnaître le camphre de la lavande, celui de la sauge, du romarin, de la marjolaine, de l'aunée, du sassafras, etc. Au reste, cette distinction ne pourra devenir, ou plus exacte, ou inutile, qu'à l'époque où les chimistes ayant comparé ces diverses variétés de camphre, auront trouvé des caractères propres à chacune d'elles, ou confirmé leur parfaite identité.

F. *Usages.*

18. Le camphre est un des plus puissans remèdes que la médecine possède. Comme topique, il calme les inflammations, il arrête la gangrène, il résout plusieurs tumeurs. A l'intérieur, il est antispasmodique et antiseptique. On l'emploie avec beaucoup de succès dans les maladies contagieuses, fébriles, intermittentes, putrides, dans les fièvres malignes et nerveuses : il agit spécialement dans les affections des voies urinaires ; il arrête les fâcheux effets des cantharides sur ces organes. On le prescrit jusqu'à la dose de quelques grammes en pilules, en bols, en électuaires, en boisson, délayé à l'aide du jaune d'œuf, des mucilages et du sucre, dans des potions. On l'emploie beaucoup dissous dans l'alcool à l'extérieur. Il entre dans un grand nombre de préparations pharmaceutiques.

19. On s'en sert spécialement dans les embaumemens : il conserve avec énergie les matières putrescentes, et en arrête l'altération septique, comme le montrent toutes les expériences des modernes sur la putréfaction et les antiseptiques. On l'emploie beaucoup pour prévenir l'altération des peaux, des plumes, des matières animales en général, sur-tout dans les préparations des animaux conservés. Il écarte les insectes dans la conservation des fourrures, des pelleteries, des collections d'histoire naturelle. Aussi en fait-on un grand usage dans les

cabinets, et dans les dépouilles animales qu'on envoie de l'Amérique et de l'Inde.

20. Le camphre est aussi d'usage dans quelques arts comme matière combustible. Il entre dans plusieurs artifices. On a dit qu'il faisait partie de la fameuse composition nommée *feu grégeois*. La plupart des préparations incendiaires qui doivent servir ou faire leur effet dans l'eau, en contiennent aussi des quantités plus ou moins considérables.

ARTICLE XV.

Du douzième des matériaux immédiats des végétaux ; des résines.

A. *Siége.*

1. On a vu à l'article des huiles volatiles, qu'exposées à l'air elles s'épaississaient et devenaient des résines ; il semble donc qu'il n'y ait d'autres différences entre les unes et les autres que cet épaississement, et qu'il puisse suffire pour définir des résines de les nommer des huiles volatiles épaissies. Mais cet exposé simple ne donne qu'une idée imparfaite de la résinification, c'est-à-dire de la conversion de ces huiles en résine. Il est bien évident, à la vérité, que les résines n'ont d'autre origine que des huiles volatiles, qu'elles commencent toujours par être celles-ci ; mais on ne voit pas dans cette simple expression d'un fait, la manière même dont il se passe, la cause qui le produit, et la véritable nature du résultat qu'il donne. Il faut approfondir davantage ce phénomène, savoir en quoi consiste la résinification, et déterminer ce qui a lieu pendant la conversion des huiles volatiles en résine.

2. M. Proust, dans sa Dissertation sur le camphre, observe

que la plupart des huiles volatiles exposées à l'air se séparent en deux substances, l'une acide et l'autre résineuse. Il est vraisemblable que le premier est analogue à l'acide benzoïque ou à l'acide camphorique. Quant à la conversion en résine d'une portion de l'huile volatile, le chimiste dont je parle l'attribue à l'absorption de l'oxigène comme l'acidification ; et il explique l'un et l'autre de ces changemens simultanés, en admettant dans les huiles deux substances différentes, une espèce de radical acidifiable et un autre radical résinifiable. Quoique cette ingénieuse théorie paraisse satisfaire aux phénomènes ou plutôt aux résultats qu'on obtient de l'exposition des huiles volatiles à l'air, il s'en faut de beaucoup qu'elle soit confirmée par l'expérience.

3. Celle-ci prouve qu'en exposant des huiles volatiles au contact du gaz oxigène, comme en les traitant par les corps qui peuvent leur fournir facilement ce principe, on les épaissit en effet, on les rapproche des résines, et on les acidifie en partie ; mais elle ne prouve pas exactement que ces changemens soient dus uniquement à l'absorption de l'oxigène. On voit au contraire par l'exposition de ces huiles à l'air, qu'elles sont plus disposées, comme je l'ai dit, à y perdre et à y verser une portion de leur hidrogène, qu'à en absorber véritablement de l'oxigène. Elles forment peu à peu de l'eau qui se rassemble même à leur surface, ou qui tapisse de gouttelettes bien visibles les parois des cloches où l'on fait cette expérience ; et comme ces huiles s'épaississent en même temps, on peut attribuer leur résinification à la perte de leur hidrogène plus qu'à l'absorption de l'oxigène. Elles laissent aussi exhaler en même temps une portion de leur carbone ; car l'air dans lequel elles ont séjourné quelque temps se trouve chargé d'une plus ou moins grande quantité d'acide carbonique.

4. On peut cependant, et c'est le parti le plus sage jusqu'à ce que les recherches aient été poussées plus loin sur cet objet, admettre en même temps dans cette action de l'air sur les

huiles volatiles le double effet de la perte d'hidrogène et de l'absorption de l'oxigène, en admettant que le premier de ces phénomènes est beaucoup plus marqué que le second. On peut définir la résinification une espèce d'oxidation des huiles volatiles, due à la dissipation d'une partie de leur hidrogène et à l'absorption d'une petite partie d'oxigène. On concevra très-bien par là comment ces huiles passent à l'état de résine, comment le corps résineux se forme dans les végétaux, comment cette formation a lieu à leur extérieur, dans leurs écoulemens huileux volatils, dans leurs écorces ou leurs premières couches ligneuses sur-tout.

5. D'après cette théorie, à laquelle il ne manque plus que la précision, on conçoit que la résine est à l'huile volatile ce que le beurre végétal ou la cire végétale est à l'huile fixe. Il ne restera plus qu'à déterminer le rapport qui existe entre la même huile volatile et le camphre ; d'où vient que certaines espèces de ce genre contiennent du camphre, que d'autres sont plus disposées à former de la résine ou de l'acide benzoïque, si chacun de ces trois corps, le camphre, la résine et l'acide benzoïque, n'est pas une modification particulière des huiles volatiles, et si chacune de celles-ci ne peut pas passer à l'un ou à l'autre de ces états par une variation déterminée dans ses principes. Quoi qu'il en soit, il est facile de concevoir que la résine doit se trouver dans tous les lieux où se rencontre l'huile volatile, et que tout ce qui a été dit de celle-ci peut s'appliquer à la résine par rapport à son siége.

B. *Extraction.*

6. Souvent la résine sort molle et en partie liquide de la surface des végétaux, comme on le verra dans la plupart des espèces de ce genre. Quelquefois on en accélère l'écoulement en faisant des trous, des incisions aux arbres qui sont susceptibles d'en fournir, ainsi qu'on le pratique à tous les

arbres nommés résineux, aux pins, aux sapins, aux mélèzes, etc. Elle coule alors sous la forme d'un liquide épais, visqueux, transparent, jaunâtre, souvent peu odorant, qu'on recueille en quantité plus ou moins considérable.

7. Souvent aussi la résine reste dans l'intérieur des organes végétaux où elle se forme ; elle y prend une solidité plus ou moins grande ; elle y devient sèche et cassante ; elle y est déposée en espèces de lames, ou de feuillets minces, ou de couches vernissées qu'on ne peut plus extraire par la pression ni par aucun moyen mécanique. Il arrive cependant quelquefois qu'après l'avoir aperçue et distinguée dans le tissu même des matières végétales solides, par son brillant, son tissu comme vitreux, et sa propriété cassante, on la voit se séparer sous la forme d'une poussière plus ou moins colorée, devenant grasse et onctueuse par la pression et la pulvérisation, et ne se confondant pas avec la poussière ligneuse ou la fécule fibreuse et lamelleuse qu'on obtient par la pulvérisation ou le rapage des matières végétales solides. Ce fait s'observe dans les opérations de pharmacie et de parfumerie ; mais il ne peut pas suffire aux chimistes, et quelques précautions qu'ils prissent, ils ne pourraient pas se procurer ainsi ou une quantité de résine assez abondante pour leurs expériences, ou cette matière assez pure pour leurs recherches.

8. Dans le cas de résine sèche et contenue en très-petits fragmens ou en lames minces dans les manières végétales sèches que je viens d'indiquer, il y a deux manières d'extraire et de séparer cette résine d'avec les autres substances végétales auxquelles elle est mêlée ; l'une, qui n'est pas ordinairement employée dans cette vue, a lieu dans les décoctions que l'on fait subir aux divers corps végétaux solides, aux racines, aux bois, aux écorces, aux fruits, etc. La chaleur de l'eau bouillante ramollit et fond cette résine, qui se sépare et se rassemble souvent sous la forme de gouttes hui-

leuses, jaunes, rouges et brunes à la surface de l'eau, qui ensuite, à mesure qu'elle s'épaissit, se condense et se durcit, se précipite au fond de ce liquide; mais alors elle se mêle et se confond avec l'extractif qui, comme on l'a vu, devient également indissoluble et solide par l'action de l'oxigène atmosphérique. L'autre procédé, le seul pratiqué en chimie pour extraire la résine sèche des matières végétales qui la contiennent, consiste à y appliquer un dissolvant approprié. C'est de l'alcool qu'on emploie à cet usage; on le laisse macérer pendant plus ou moins long-temps sur les substances végétales auxquelles on veut enlever la résine, et que l'on a concassées, pulvérisées, ou coupées plus ou moins menues auparavant : on le fait quelquefois bouillir, ensuite on l'évapore à siccité, de manière que la résine reste pure et sèche; cependant elle est mêlée de quelque autre principe immédiat des végétaux. On l'en sépare à l'aide de la précipitation par l'eau.

C. *Propriétés physiques.*

9. La résine est ou molle, coulante, visqueuse, liquide, ou sèche, cassante, d'un tissu comme vitreux, d'un grain fin, d'une transparence plus ou moins belle. Sa couleur blanche, ou jaune verdâtre quand elle est liquide, est extrêmement variée dans ses diverses espèces quand elle est sèche et cassante; le plus souvent cependant elle est d'un jaune citronné ou ambré, d'un rouge plus ou moins clair, d'un brun plus ou moins rouge. On en trouve de rosée, de brune, de verte, de rouge foncée; mais alors elle est toujours opaque. Elle se réduit facilement en poudre; et celle-ci est onctueuse, se groupe par la percussion.

10. Toutes les résines sont un peu moins légères que l'eau. Leur pesanteur varie depuis 10452 jusqu'à 12289, l'eau étant 10000. La plupart n'ont pas de saveur, ou n'en ont qu'une faible, et encore quand on les mâche pendant quelque temps.

Leur odeur est presque toujours faible, et ne devient sensible qu'à l'aide d'un broiement long ou d'une température forte. Presque toujours les résines ont un caractère plus ou moins prononcé d'acidité.

11. Les résines exposées à l'action faible du calorique se ramollissent et se fondent comme de la cire et sans s'altérer. Chacune d'elles demande une température particulière pour se fondre. En se refroidissant, elles reprennent leur état concret. On sait que les résines isolent et interceptent le passage du fluide électrique, et qu'elles sont elles-mêmes électriques par le frottement.

D. *Propriétés chimiques.*

12. La résine, traitée au feu dans des vaisseaux fermés, donne de l'huile volatile en quantité d'autant plus grande, que la résine était plus molle. C'est ainsi que la térébenthine, et tous les arbres du genre *pinus*, fournissent de très-grandes proportions d'huile volatile ou d'essence. Ce qui reste ensuite est une matière résineuse beaucoup plus sèche qu'auparavant; souvent colorée brune ou noire. Si l'on pousse plus loin le feu, on en extrait de l'eau, une liqueur acide, du gaz hidrogène carboné, du gaz acide carbonique, et il reste un charbon volumineux plus abondant que celui des huiles volatiles.

13. La résine, chauffée avec le contact de l'air, s'enflamme après avoir été fondue, après s'être boursouflée; sa flamme est forte et étendue, sa fumée considérable; elle donne une suie très-abondante, qu'on rassemble et qu'on condense quelquefois dans des cônes de toile, sous la forme de noir de fumée. Il se forme aussi beaucoup d'eau dans cette combustion.

14. La résine s'unit par la fusion au soufre, difficilement au phosphore, point du tout aux métaux; il n'y a non plus nulle union entre la résine et les oxides métalliques, et c'est sur-tout là une grande différence entre cette matière

combustible et l'huile fixe. Il ne se passe non plus aucune action entre la résine et l'eau ; quand la première est enflammée, elle décompose l'eau qu'on y verse, et il se produit une explosion beaucoup moins violente cependant que celle qui est occasionnée par les huiles fixes.

15. Les acides ni les alcalis n'exercent aucune action sur la résine, ne l'enflamment, ne la brûlent, ni ne la saponifient pas. Cet effet nul les rapproche des oxides huileux et favorise l'opinion de ceux qui pensent que la résine doit son état à l'absorption de l'oxigène. Il en est de même de l'inaction de l'acide muriatique oxigéné, des oxides et des dissolutions métalliques.

16. Il est presque superflu d'observer ici que celles des résines qui sont liquides et qui contiennent le plus d'huile volatile, sont plus altérables en général que les résines sèches et cassantes ; on conçoit facilement qu'elles doivent participer aux caractères et aux propriétés de ces huiles.

E. *Espèces.*

17. Le nombre des espèces de résines est très-considérable ; il n'est presque pas une plante, pas un végétal qui n'en contienne, et d'où on ne puisse en extraire par quelque procédé chimique. Ainsi, un dénombrement d'espèces serait impossible, ou illusoire, ou superflu, si l'on ne devait pas s'occuper en particulier de celles qui sont les plus utiles, qu'on extrait le plus facilement, que la nature elle-même offre à l'homme par leur écoulement spontané, qui sont les plus abondantes, et en même temps fréquemment employées dans les arts. Je compte spécialement les treize résines suivantes, en prévenant que quelques-unes d'entre elles portent dans le commerce le nom de baumes, à cause de leur état liquide seulement, et point du tout par leur nature, puisque ce ne sont pas de véritables baumes, comme je le ferai voir en traitant de ceux-ci dans un des articles suivans.

A. Le *baume de la Meque*, de Judée, d'Egypte, du Grand Caire. C'est une résine liquide, blanche, amère, d'une odeur de citron très-forte, qui coule d'un arbre nommé *Amyris opobalsamum*, trouvé par Forskahls dans l'Arabie heureuse, et placé par Linné dans l'octandrie monogynie. Cette résine liquide donne beaucoup d'huile volatile par la distillation; elle s'épaissit par un long contact de l'air, et forme une croûte solide à sa surface. On l'emploie en médecine comme vulnéraire, incorporée avec le sucre, le jaune d'œufs, etc.

B. Le *baume de Copahu*, autre espèce de résine liquide, brune ou jaune, qui coule de l'arbre appelé *Copaïba*, nommé par Linné *Copaïfera*, et placé par ce botaniste dans la décandrie monogynie : l'espèce commune, ainsi que celle du baume de Tolu, vrai suc balsamique dont je parlerai plus bas, est un mélange de vraie résine de copahu et de térébenthine, suivant Cartheuser. On l'emploie en médecine dans les ulcères du poumon et de la vessie, comme le précédent.

G. La *térébenthine de Chio* coule du térébinthe qui fournit les pistaches, *terebinthus pistacia* de Linné; elle est d'une couleur blanche ou d'un jaune tirant sur le bleu. Elle donne une huile volatile très-fluide au bain-marie; celle qu'elle fournit à feu nu est moins fluide. La térébenthine est ensuite plus jaune; si on l'a distillée avec l'eau, elle est blanche et soyeuse; on la nomme térébenthine cuite. Cette térébenthine, la seule cependant qui devrait porter ce nom, est rare et n'est guère d'usage.

D. La *térébenthine de Venise*, ou la résine de mélèze, est celle qu'on emploie communément en médecine. On s'en sert dans son état naturel, ou combinée avec l'alcali fixe.

Cette combinaison est le véritable savon de Starkey, ou le savonule de térébenthine. Pour le préparer, le dispensaire de Paris prescrit de verser sur deux parties de nitre fixé par le tartre et encore chaud, une partie d'huile volatile de

térébenthine ; d'agiter ce mélange avec une spatule d'ivoire, et de couvrir le vaisseau d'un papier ; on ajoute peu à peu de l'huile, jusqu'à ce que le tout forme une masse blanche. Comme ce procédé dure plusieurs mois, les chimistes ont cherché des moyens de faire le savon de Starkey d'une manière plus expéditive. Rouelle, en triturant, goutte à goutte, l'alcali avec le savon, et ajoutant un peu d'eau sur la fin, préparait en trois heures une quantité assez considérable de ce savonule. Le citoyen Baumé conseille de broyer sur un porphyre une partie d'alcali de tartre desséché jusqu'à entrer en fusion, et d'y ajouter peu à peu deux ou trois fois son poids d'huile volatile de térébenthine. Lorsque le mélange a acquis la consistance d'un opiat mou, on le met dans une cucurbite de verre couverte d'un papier, et exposée dans un lieu humide. En quinze jours l'alcali déliquescent fait une couche particulière de liqueur au fond du vase ; le savon est dans le milieu, et une portion d'huile qui a pris une couleur rouge le surnage. Le citoyen Baumé pense que l'alcali ne s'unit qu'à la portion d'huile qui est dans l'état de résine. Legendre étend cette idée en proposant de saturer à froid l'alcali fixe en dissolution avec l'huile de térébenthine épaissie, ou la térébenthine même.

Ce savonule a un certain degré de solidité qui devient peu à peu plus considérable ; il s'y forme des cristaux qui ont été regardés comme la combinaison de l'acide de l'huile avec l'alcali fixe végétal, mais qui, suivant les académiciens de Dijon, ne sont que de la potasse saturée d'acide carbonique et cristallisée. Comme ce savonule est très-difficile à faire et très-altérable ; Macquer pense que lorsqu'on veut réunir les propriétés des huiles volatiles à celle du savon, il vaut mieux incorporer avec le savon blanc médicinal quelques gouttes de l'huile volatile appropriée à l'indication qu'on se propose de remplir. L'ammoniaque, triturée avec la térébenthine, forme un composé savonneux solide qui se dissout très-bien dans l'eau, et la rend laiteuse et écumeuse.

E. *La résine de sapin* est nommée *térébenthine de Strasbourg.* On la recueille en perçant les vésicules de l'écorce du sapin, très-abondans dans les montagnes de la Suisse. Elle peut servir aux mêmes usages que la précédente.

F. La poix est le suc résineux d'une espèce de sapin nommé pèce *picea.* On la tire par des incisions faites à l'écorce de l'arbre ; on la fond à un feu doux ; on l'exprime dans des sacs de toile ; on la reçoit dans des barils, c'est la *poix de Bourgogne* ou *poix blanche :* mêlée avec du noir de fumée, elle donne la poix noire. Quand on la tient long-temps en fusion, elle se sèche, devient brune, et forme le colophane. On en brûle les parties les plus grossières dans un four dont la cheminée aboutit à un petit cabinet terminé par un cône de toile : c'est dans ce cône que la fumée vient se condenser et y former une suie fine, qu'on appelle *noir de fumée.*

G. Le *galipot* est la résine du pin, qui donne les pignons doux. On entaille cet arbre vers le bas ; la résine coule par ces cavités dans des auges. On continue ces incisions, lorsque les premières ne fournissent plus rien. Quand elle coule fluide, on l'appelle *galipot* ; celle qui sèche sur l'arbre, en masses jaunâtres, se nomme *barras.* On fait liquéfier ces sucs dans des chaudières, et quand ils sont épaissis par la chaleur, on les filtre à travers des nattes de paille ; on les coule dans des moules creusés sur le sable, et on en forme des pains qu'on nomme *arcançon* ou *brai sec.* Si on y interpose de l'eau, la matière devient blanche, et forme la résine ou poix-résine. Les Provençaux distillent en grand le galipot ; ils en tirent une huile qu'ils appellent huile de raze. C'est avec les troncs et les racines du pin que l'on prépare le goudron, qui n'est que l'huile empyreumatique de cette substance. On arrange en tas le bois de cet arbre ; on le couvre de gazon, et on y met le feu. L'huile que la chaleur en dégage ne pouvant se volatiliser à travers le gazon, se précipite dans un baquet à l'aide d'une gouttière, et on la ramasse, pour la distribuer dans le commerce, sous le nom de *goudron.*

H. La *tacamahaca*, la résine *élémi*, la résine *animé*, sont peu en usage ; l'arbre qui donne la première n'est pas connu ; l'élémi vient d'une espèce d'amyris ; la résine animé orientale ou copale dont l'origine est inconnue, l'animé occidentale ou courbaril qui découle de l'*hymenœa*, arbre de l'Amérique méridionale, sont employées dans les vernis.

I. Le *mastic* est en larmes blanches farineuses, d'une odeur faible ; il coule du térébinthe et du lentisque. On l'emploie comme astringent et aromatique ; on le fait entrer dans des vernis siccatifs.

K. La *sandaraque* est en larmes blanches plus transparentes que celles du mastic. On la retire du génevrier entre le bois et son écorce ; on l'appelle aussi vernis, parce qu'on l'emploie beaucoup pour ces préparations. On s'en sert pour mettre en poudre sur le papier gratté, afin de l'adoucir et de l'empêcher de boire.

L. La résine de *gayac*, qui est verdâtre, s'emploie contre la goutte ; elle coule du gayac par incisions. Plusieurs chimistes la regardent comme une gomme résine.

M. Le *ladanum*, ou résine d'une espèce de ciste de Candie, est noirâtre. Les paysans le recueillent avec un rateau, auquel sont attachées plusieurs lanières de cuir, qu'ils promènent sur les arbres ; ils en forment des magdaléons cylindriques, que l'on appelle *ladanum in tortis*. Il est altéré par beaucoup de sable noirâtre ; on l'a employé comme astringent. C'est la plus impure et la plus lourde des résines.

N. Le *sang-de-dragon* est un suc rouge qu'on retire du *dracœna draco*, et de plusieurs autres analogues ; il est en pains aplatis ou arrondis, ou en petits sphéroïdes, ou en olives renflées, recouverts de feuilles de roseau, et noués en chapelet. On s'en sert en médecine comme d'un astringent.

18. On conserve dans les cabinets, quelquefois sous le nom de gommes, une suite de diverses espèces de sucs résineux de l'Afrique, de l'Amérique et de l'Inde, qui ne sont

point employés en Europe, et dont il est inutile de parler ici. On les reconnaît pour des résines à leur fusibilité, à leur inflammabilité, à leur indissolubilité dans l'eau et à leur dissolubilité dans l'alcool.

F. *Usages.*

19. On vient de voir dans le rapide exposé que j'ai présenté sur les espèces les plus connues des résines, que ces sucs, la plupart spécialement consacrés à l'usage médicinal, n'ont pas cependant à beaucoup près, toutes les vertus qu'on leur attribue communément. Leur administration extérieure est la plus avantageuse et la plus connue dans ses effets antiseptiques.

20. Plusieurs sont d'un usage plus ou moins important dans les arts, comme combustibles. Quelques peuples s'en servent pour se chauffer ou s'éclairer; elles sont employées dans les embaumemens, les parfums. La peinture ne peut s'en passer; elles sont la base des vernis, sur-tout l'espèce qu'on nomme vernis de la Chine. On en tire des huiles extrêmement importantes pour la peinture et la marine; on en fait du goudron, du noir de fumée. Enfin, il est peu de matières qui rendent plus de service à la société.

ARTICLE XVI.

Du treizième des matériaux immédiats des végétaux, des gommes résines.

A. *Siége.*

1. On nomme gommes résines des sucs inflammables, en partie dissolubles dans l'eau, en partie dans l'alcool, et qu'on croit être des combinaisons naturelles de résines et de corps mucilagineux ou extractifs.

2. Ces sucs sont contenus dans des vaisseaux propres d'un grand nombre de végétaux, et aucunes de leurs parties n'en sont privées; ou plutôt ils peuvent se rencontrer et se rencontrent réellement dans les racines, dans les tiges, dans les feuilles, dans les fleurs et dans les fruits de beaucoup de plantes.

3. Il faut observer cependant que ces deux derniers genres d'organes, les fleurs et les fruits, en sont le plus souvent privés, ainsi que les semences, et que c'est spécialement dans les racines, les tiges et les feuilles qu'ils existent. Ces trois classes de parties végétales sont en effet celles dans lesquelles Grew, Malpighi, Bonnet et Duhamel ont trouvé les vaisseaux propres les plus abondans, souvent placés en paquets au-dessous de l'écorce ou dans les premières couches ligneuses.

B. *Extraction.*

4. Il y a cette différence très-notable, entre les résines et les gommes-résines, que ces dernières, renfermées dans les vaisseaux propres, ne sont jamais au dehors des plantes, tandis que les sucs résineux s'écoulent spontanément sur la

surface des végétaux, où ils se dessèchent et s'épaississent communément en larmes cassantes. Les sucs gommo-résineux, au contraire, cachés dans l'intérieur des plantes ne s'en écoulent jamais; et l'art seul va les puiser dans les canaux qui les contiennent.

5. Quand on brise le tissu végétal frais dans les lieux où se rencontrent les sucs gommo-résineux, on les voit sortir en gouttelettes blanches ou jaunes ou de diverses couleurs, toujours opaques et laiteux ou troubles comme des liqueurs émulsives. Si l'on exprime les tissus chargés de ces sucs, ou si après en avoir rassemblé une suffisante quantité par l'écoulement léger qui s'en fait après leur incision, et en les recevant d'une grande quantité de matière végétale à la fois; on les épaissit par les rayons du soleil et la température élevée d'un climat chaud, tel que celui qui favorise la végétation de ce genre de plantes, on obtient ce qu'on nomme les gommes résines.

6. Tel est le procédé général que l'on suit pour se les procurer; on coupe ou l'on incise les végétaux qui les contiennent dans l'état du suc; on recueille le suc en laissant, pendant quelque temps, les végétaux incisés ou coupés, suinter le liquide opaque qu'ils contiennent; on l'expose, en couche mince, aux rayons de soleil d'Afrique, de l'Amérique ou des Indes Orientales; il se condense, s'évapore, s'épaissit et se dessèche enfin. C'est dans cet état concret qu'on envoie les gommes résines dans le commerce.

C. *Propriétés physiques.*

7. Les gommes-résines, extraites et préparées par le moyen indiqué, sont des corps solides, cassans, presque toujours opaques, en larmes ou en fragmens irréguliers, souvent collés les uns sur les autres, ou à l'aide d'une pâte qui les lie tous. La plupart ont une odeur plus ou moins forte,

ordinairement fétide et alliacée, une saveur âcre, désagréable, amère et nauséabonde.

8. Leur couleur varie singulièrement dans les espèces ; cependant la jaune rouillée est celle qui y domine en général. Elles ne sont point idioélectriques comme les résines, elles n'arrêtent et n'interceptent pas aussi bien qu'elles le cours du fluide électrique. Elles ne sont pas fusibles de la même manière au feu et s'altèrent plutôt que de couler comme elles par l'action de la chaleur.

D. *Propriétés chimiques.*

9. Quoiqu'on n'ait encore fait que peu d'expériences chimiques, que des analyses fort incomplètes, et aucune recherche vraiment suivie sur les gommes-résines, il existe cependant au milieu même des essais et des travaux pharmaceutiques sur ces corps, quelques phénomènes généraux qui peuvent servir de caractères pour les distinguer des autres matériaux immédiats des végétaux, et qu'on peut regarder comme des propriétés appartenant à tout le genre : voici celles qu'on peut recueillir comme telles.

10. Toutes les gommes-résines se brûlent, se dessèchent, se boursouflent et exhalent des vapeurs fétides sans s'enflammer d'abord, quand on les chauffe sur des charbons. Elles donnent, quand on les distille, outre des huiles volatiles, de l'ammoniaque combinée avec un acide ; elles laissent un charbon volumineux salin. On en extrait aussi beaucoup de gaz acide carbonique par la distillation.

11. On les unit toutes à l'eau par la trituration ; elles forment avec elle une espèce d'émulsion ou une liqueur laiteuse, trouble, qui par l'action du feu ou de l'air dépose une portion de résine et retient en dissolution une matière plutôt extractive que gommeuse ou muqueuse ; leur dissolution dans l'eau est souvent acide. L'acide sulfurique con-

centré les décompose et les charbonne. L'acide nitrique les convertit en partie en acide oxalique. Les acides faibles les dissolvent, et l'acide acéteux passe en particulier depuis long-temps pour leur dissolvant spécifique.

12. Les alcalis n'ont pas la même inaction sur les gommes-résines entières que sur la véritable résine ; et quand les pharmaciens les ont employés et les emploient encore pour dissoudre, comme on le dit, la résine en faisant bouillir des bois, des écorces dans l'eau, ce n'est point le principe résineux que les alcalis enlèvent ainsi plus abondamment, mais la portion d'extractif, oxigénée et devenue indissoluble ainsi que je l'ai fait voir ailleurs, c'est-à-dire une véritable matière gommo-résineuse, car cet extractif uni à l'alcali entraîne alors un peu de résine. Il faut dire la même chose de l'usage de la magnésie employée dans le même but.

13. Parmi les matériaux immédiats des végétaux qui ont quelque action sur la gomme-résine, il faut compter le muqueux, le sucre et l'extractif non oxigéné qui la rendent ou dissoluble dans l'eau ou miscible à ce liquide, comme le prouvent toutes les opérations pharmaceutiques qu'on fait pour l'administration médicale de cette substance.

E. *Espèces.*

14. Les sucs gommo-résineux sont extrêmement nombreux dans les plantes, et l'on pourrait en distinguer une quantité immense d'espèces ; mais il ne doit être question ici que de celles qui sont le plus généralement connues et employées, soit dans la médecine, qui en fait un assez grand usage, soit dans les arts, quels qu'ils soient.

A. L'*oliban* ou l'*encens* est en larmes jaunes transparentes, d'une odeur forte et désagréable quand on le brûle. Il coule sur les bords de la mer Rouge, d'un genevrier, *Junip. Lycia* ou *thurifera*. Il donne au feu de l'huile volatile, une liqueur

acide, et il laisse un charbon dû, à la partie extractive qu'il contient. En médecine, il sert à pour faire des fumigations résolutives. Malgré le nom qu'il porte, ce n'est pas le corps gommo-résineux qu'on brûle comme encens, car il serait âcre et fétide; on verra qu'on emploie les baumes à cet usage.

B. Le *galbanum* est un suc gras, d'un jaune brun, d'une odeur nauséabonde; il coule en Syrie, en Arabie, au cap de Bonne-Espérance, des incisions faites à une plante férulacée, nommée *bubon galbanum* par Linné. Son odeur est manifestement alliacée. Distillé à feu nu, il donne une huile volatile bleue qui devient rouge étant gardée, une liqueur acide, une huile empyreumatique pesante. C'est un très-bon fondant et un puissant antispasmodique. Il entre dans beaucoup d'emplâtres et d'onguens.

C. La *scammonée* est d'un gris noirâtre, d'une odeur forte et nauséabonde quand on la broie ou qu'on la chauffe, d'une saveur amère et très-âcre. On distingue celle d'Alep, qui est la plus pure, en fragmens comme vermoulus, recouverts d'une poussière grise homogène; celle de Smyrne est pesante, noire et mêlée de corps étrangers. On l'extrait du *convolvulus scammonia* de Linné. La racine de cette plante, coupée et exprimée sur la place ou dans la terre, fournit un suc blanc qu'on recueille dans une cavité pratiquée dans la partie inférieure de cette racine, et qui devient noir à mesure qu'elle sèche. La scammonée contient une quantité variée d'extrait et de résine, suivant les différens échantillons : ce qui fait qu'elle produit des effets très-différens chez divers malades. On l'emploie comme purgative, à la dose de deux ou trois décigrammes jusqu'à six ou huit; mêlée avec un extrait doux, comme celui de la réglisse, elle forme le diagrède ordinaire; on se sert aussi, à cet effet, du suc de coing, et on nomme ce mélange diagrède cydonié. On l'administre ordinairement triturée avec le sucre et les amandes douces dans l'état

d'émulsion. Il nous manque encore une analyse bien faite de cette gomme-résine très-employée en médecine, ainsi que de la plupart des sucs gommo-résineux.

D. La *gomme-gutte* est en masses cylindriques, creuses dans le milieu, cannelées au dehors, d'une couleur jaune orangée, sans odeur, mais d'une saveur fort âcre et corrosive. Elle vient de Siam, de la Chine, de l'île de Ceylan; elle est extraite d'un grand arbre peu connu, nommé dans le pays *coddam pulli* et *cambogia gutta* par Linné, qui le place dans la polyandrie monogynie. Elle se délaie dans l'eau et forme une espèce d'émulsion jaunâtre; sa propriété âcre paraît beaucoup plus due à l'extrait qu'à la résine qu'elle contient; elle est fortement purgative à la dose de deux décigrammes jusqu'à quatre ou cinq. On ne doit l'employer à l'intérieur qu'avec la plus grande réserve; les alcalis diminuent beaucoup son âcreté. Les peintres s'en servent beaucoup pour une couleur jaune dorée très-belle; elle se délaie et se fond très-bien dans les huiles fixes et volatiles.

E. L'*euphorbe* est en larmes jaunes, vermoulues ou cariées, en petits cylindres tortillés, pleins de trous, d'une saveur caustique et sans odeur; elle coule des incisions de l'*euphorbium*, qui croît dans l'Ethiopie, la Lybie et la Mauritanie; elle se rassemble autour des épines de cette plante sur lesquelles elle s'épaissit et se moule; elle contient une résine très-âcre; elle est si fortement purgative qu'on la range parmi les poisons. On ne l'emploie guère qu'à l'extérieur dans les caries, dont elle borne les progrès, ou comme cathérétique sur les ulcères, dont elle ronge la surface.

F. L'*assa fœtida* est quelquefois en larmes jaunâtres, et le plus souvent en pains formés de différens morceaux aglutinés, d'une couleur rouillée et un peu nuancée de différens jaunes. Son odeur d'ail extrêmement fétide, et sa saveur amère, nauséabonde, désagréable, le font reconnaître et le distinguent parmi toutes les autres gommes-résines. On le tire

de la racine d'une espèce de *ferula* qui croît en Perse, dans la province de Chorasan, et que Linné a surnommée *assa fœtida*. La racine de cette plante est charnue et succulente ; elle fournit par l'expression un suc blanc d'une odeur affreuse, que les Indiens mangent comme assaisonnement, et qu'ils appellent *mêts des dieux*, par un contraste bien singulier avec le nom de *stercus diaboli* qu'on lui donne en Europe : délayé dans l'eau, l'*assa fœtida*, opposé par ce nom à celui d'*assa dulcis* donné autrefois au *benjoin*, forme une espèce de lait ou de liqueur trouble, d'un blanc roux, dont l'odeur très-expansible infecte un grand espace.

On s'en sert à l'intérieur comme d'un puissant antispasmodique, et on l'applique comme discussif à l'extérieur.

G. L'opopanax est un suc gommo-résineux en larmes irrégulières, d'un jaune foncé ou rouillé, d'une odeur forte, alliacée et fétide, d'une saveur âcre, amère, très-désagréable. Il est tiré du *pastinaca opopanax* de Linné, en Perse, en Turquie, et même dans quelques contrées chaudes de la France et de l'Italie.

On croit ce suc composé d'à peu près parties égales d'extractif et de résine.

Il sert en médecine comme fondant et résolutif : il entre dans plusieurs compositions emplastiques.

H. Le *bdellium* est un suc brunâtre qu'on croit être très-analogue au *galbanum*. On ne connaît point son origine. Les botanistes très-éclairés le regardent comme fort différent de celui des anciens, qui était très-estimé.

On le croit composé d'à peu près parties égales d'extractif et de résine. Il a moins de saveur et d'odeur que le *galbanum*, et lui est manifestement inférieur en vertus. Il n'est presque plus employé en médecine, quoiqu'il entre encore dans quelques compositions pharmaceutiques.

I. Le *sagapenum* est un suc gommo-résineux en larmes blanches, jaunâtres ou couleur de rouille, d'une odeur por-

racée, désagréable, insupportable, quand on le jette sur des charbons allumés. Sa saveur est âcre, amère et rebutante. Il vient d'Égypte, de la Perse, de l'Inde. On ignore l'arbre qui le fournit.

En général, ce suc ressemble, par ses propriétés, à la gomme ammoniaque, au galbanum, à l'opopanax, etc. Toutes les matières alliacées gommo-résineuses paraissent provenir des sucs propres d'ombellifères. On ne fait plus d'usage du *sagapenum* en particulier.

K. La *sarcocolle*, suc gommo-résineux, ainsi nommé, parce qu'on lui a attribué la propriété de favoriser les cicatrices et de faire comme recoller les chairs, est reconnaissable par sa forme de petits grains semblables à ceux du millet, blancs, jaunes ou rouges. Elle n'a point d'odeur; sa saveur est amère et nauséabonde. Elle est apportée de la Perse et de l'Arabie; le végétal qui la fournit est inconnu : elle est plus extractive que résineuse. On ne croit plus aujourd'hui à la vertu cicatrisante de la sarcocolle, et elle n'est plus que très-peu en usage pour quelques compositions.

L. La *myrrhe* est un suc concret en larmes rougeâtres, brillantes, souvent couvertes d'une poussière rouillée, d'une odeur forte assez agréable, d'une saveur amère un peu astringente, et qui présentent dans leur fracture des lignes blanches de la forme d'un ongle. Quelques-unes de ces larmes sont entièrement gommeuses, fades et dissolubles dans l'eau. Elle offre l'apparence d'un mélange. La myrrhe vient d'Égypte, et sur-tout d'Arabie, de l'ancien pays des Troglodites. On ne connaît pas la plante qui la fournit : elle contient beaucoup plus d'extrait et de mucilage que de résine. Quand on la broie et qu'on la tient quelque temps dans la bouche, elle se ramollit, se délaie, blanchit et devient ductile comme de la cire. On l'emploie en médecine comme un très-bon stomachique, comme un antispasmodique et un fortifiant. Cartheuser recommande aux gens de lettres, qui ont l'esto-

mac délicat, d'en mâcher et de l'avaler délayée dans la salive. On s'en sert en chirurgie pour déterger les ulcères sanieux, et pour arrêter les progrès de la carie. On l'emploie en poudre ou dissoute dans l'alcool.

M. La *gomme ammoniaque* est quelquefois en larmes isolées, blanches à l'intérieur et jaunes extérieurement, et souvent en masses assez semblables à celles du benjoin, formées de larmes blanches, liées par un suc plus gluant et plus coloré. Leur couleur blanche et leur odeur fétide les font aisément distinguer du benjoin, dont elles se rapprochent assez. On soupçonne que cette gomme-résine, qui nous est apportée d'Afrique, est tirée d'une plante ombellifère, à cause des semences qui y sont mêlées; mais on ne connaît pas la plante qui la donne, ni le lieu où elle croît, ni la manière dont on la prépare.

Les phénomènes de la dissolution de cette substance par l'eau et par l'alcool, et sur-tout son inflammabilité, la rapprochent des résino-extractifs de Rouelle.

On se sert en médecine de la gomme ammoniaque comme d'un très-bon fondant dans les obstructions rebelles. On la donne à la dose de quelques grains en pillules ou en émulsion. Elle entre aussi dans la composition de plusieurs emplâtres fondans et résolutifs, ainsi que plusieurs des autres gommes-résines précédentes.

F. *Usages.*

15. Ce que je viens d'exposer des principales espèces de gommes-résines prouve que leur usage est sur-tout applicable à la médecine, et qu'il est presque nul pour les arts, si l'on en excepte un léger emploi de quelques-unes pour la peinture.

16. Il est bien remarquable que les gommes-résines sont, ou purgatives, drastiques, et même presque caustiques, ou

antispasmodiques ; en sorte qu'on peut les diviser en deux genres par rapport à leurs propriétés médicinales.

ARTICLE XVII.

Du quatrième des matériaux immédiats des végétaux ; du caoutchouc ou *résine élastique.*

A. *Siége.*

1. Le *caoutchouc* ou la *résine élastique*, nommée très-improprement *gomme élastique* dans les arts, est une de ces matières végétales dont il a été difficile, pour ne pas dire impossible, de déterminer exactement la nature tant qu'on a voulu la comparer à d'autres matériaux immédiats, et la mettre dans la classe où des résines ou des huiles fixes concrètes dont on l'a rapproché. En comparant toutes ses propriétés à celles de ces matières combustibles, on reconnaît bientôt que c'est un principe particulier réellement différent de tous ceux-là, et qui n'a que des analogies fort éloignées avec eux. Ce n'est, ni une huile fixe, ni une résine, ni une gomme-résine, mais une matière *sui generis.*

2. J'en fais un des matériaux immédiats des végétaux, parce qu'il paraît qu'on peut extraire du caoutchouc de plusieurs arbres de l'Amérique, et qu'il n'est pas particulier au suc de l'*hevæa* d'Aublet. Quelques botanistes, et sur-tout les voyageurs, assurent qu'on obtient de la résine élastique du suc de plusieurs arbres de ces contrées, qu'on le prépare même en épaississant et en évaporant le mélange de plusieurs de ces sucs.

3. C'est dans un ordre de vaisseaux propres que ce suc blanc, semblable à une émulsion et à celui qui fournit les gommes-résines, est contenu. Il paraît exister spécialement sous l'écorce de l'hevæa. On a été jusqu'à penser que plusieurs plantes lactescentes de nos climats tempérés, et spécialement quelques espèces d'*euphorbia*, pourraient donner une matière analogue au caoutchouc; et quoique les premiers essais n'aient pas encore eu un succès bien avéré, cette vue n'est rien moins qu'invraisemblable.

B. *Extraction.*

4. En Amérique, et sur-tout dans la Guiane, on fait des incisions en large sur l'écorce de l'hevæa, et jusqu'à ses couches ligneuses. On reçoit dans un vaisseau le suc blanc qui en découle. Comme la seule intention dans laquelle on le recueille est d'en fabriquer des vases, des espèces de bouteilles pyriformes, on applique ce suc en couches sur des moules de terre sèche : on fait sécher chaque couche au soleil ou au feu, dont la fumée les colore en fauve foncé ou en brun : on continue l'application successive de ces couches jusqu'à ce qu'on ait donné aux parois des vases ou des ustensiles qu'on fabrique l'épaisseur qu'on y desire. Les naturels du pays, occupés à ce travail, le terminent en faisant ordinairement avec des pointes de fer des dessins ou des ciselures variés. Quand le suc est bien épaissi, concret et solide, on brise la terre fragile qui formait moule, et on la fait sortir en petits fragmens par l'ouverture du vase.

5. Dans cette opération, le suc de l'hevæa s'épaissit; mais ce n'est pas, comme on l'a cru, par la seule évaporation de sa partie liquide ou de l'eau que la séparation de la matière élastique a lieu. Voici comment j'ai reconnu une autre cause de cette séparation, qui est une véritable concrétion. J'ai examiné du suc de l'hevæa, qui m'avait été envoyé de l'île de Bourbon ou de la Réunion, de celui de Cayenne et de

celui du Brésil. Peut-être ces trois sucs n'étaient-ils pas du même arbre ; mais ils m'ont présenté exactement les mêmes propriétés par rapport à la formation de la substance élastique. Tous trois contenaient un liquide blanc, trouble, d'une fétidité insupportable, au milieu duquel était contenue une matière concrète blanche, un peu spongieuse à sa surface, très-élastique, d'un tissu doux, fin et serré, de véritable caoutchouc, en un mot, très-pur, et d'une qualité bien supérieure à celle des poires de cette substance préparées en Amérique. Ces concrétions solides et élastiques avaient la forme de bouteilles, mais moins de volume qu'elles ; elles s'étaient déposées par le temps, et sans évaporation, car les bouteilles étaient très-bien bouchées et n'avaient rien perdu. Le suc qui y était contenu, exposé à l'air, s'est recouvert très-promptement d'une couche ou croûte élastique : j'en ai accéléré la formation et la séparation en combinant l'action du calorique avec celle de l'air. Dans un vase plein de gaz oxigène, ce liquide a donné plus promptement la pellicule élastique, et il y a eu une absorption très-sensible. L'alcool en a séparé des flocons, et l'acide muriatique y a formé sur-le-champ un précipité élastique.

6. J'ai conclu de ces expériences que le caoutchouc était tout contenu dans le suc de l'hévæa, qu'il était susceptible de s'en séparer concret ; qu'une partie cependant n'y était pas encore assez formée pour se déposer avec la propriété élastique ; qu'il ne paraissait manquer qu'un peu d'oxigène à cette partie pour avoir toutes ses propriétés ; que c'était ainsi que le contact de l'air et l'acide muriatique oxigéné avaient agi sur cette substance ; que l'oxigène atmosphérique influait sur la concrétion et la solidification du caoutchouc dans la fabrication des ustensiles qu'on en fait dans les pays chauds où croît l'hevæa. J'ai proposé, d'après ces notions, de faire venir en France du suc d'hevæa, en y ajoutant de l'alcali caustique, qui empêche le corps élastique de se précipiter, afin

de pouvoir en fabriquer tous les ustensiles convenables, ou de plonger des moules dans le suc pour y faire spontanément déposer le caoutchouc, qui sera alors plus pur que le suc entier concentré et épaissi, tel qu'on l'emploie, couche par couche.

7. On voit aussi que le caoutchouc le plus pur est celui qui se sépare ainsi du suc de l'hevæa spontanément, et en le gardant enfermé dans des vases; que c'est sur celui-ci plutôt que sur celui qui est fabriqué en vases qu'il faut faire les expériences propres à en déterminer la nature, et qu'il sera très-utile d'employer ce même suc concret blanc, et déposé spontanément au milieu du suc aux usages auxquels on le fait servir, et que j'indiquerai à la fin de cet article.

C. *Propriétés physiques.*

8. Le caoutchouc pur et blanc ou légèrement fauve, extensible, élastique, compressible, reprenant son premier état, sa première dimension quand le tiraillement ou la compression cesse. Son tissu est serré, brillant, dense, fibreux et fin comme celui des animaux : il est mou, et le devient encore davantage quand on le chauffe : on peut lui faire prendre par ce procédé simple toutes les formes que l'on desire. Il perd une partie de ses propriétés par le froid.

9. Sa pesanteur spécifique est à celle de l'eau :: 9.335 : 10.000. Il n'a ni saveur ni odeur sensibles. Quand on le coupe et qu'on rapproche les parties coupées les unes des autres, en les maintenant par une pression plus ou moins forte, il se colle si intimement, et ses parties adhèrent entre elles avec une telle force qu'on ne peut plus les séparer, et qu'elles forment un tout parfaitement homogène. On se sert souvent de cette belle propriété pour réunir des fragmens et des lanières de cette substance.

D. *Propriétés chimiques.*

10. Le caoutchouc, exposé à un feu violent, se ramollit, se fond, se boursoufle, exhale une odeur fétide, se recroqueville comme quelques matières animales, finit par s'enflammer et brûler avec une flamme assez vive et huileuse : aussi s'en sert-on dans les pays où il croît pour s'éclairer, à la manière des torches ou des flambeaux. Chauffé dans une cuiller d'argent, il se convertit en une espèce d'huile noire, qui reste grasse et collante, quoiqu'exposée plusieurs mois à l'air, et ne redevient jamais élastique. Quand on le distille dans des vaisseaux fermés, il donne un peu d'eau trouble et chargée d'un sel ammoniacal encore peu connu, une huile épaisse, brune, en partie concrète et fétide, du gaz hidrogène carboné, et du gaz acide carbonique. Il laisse un charbon spongieux, très-peu abondant, où l'on ne trouve que quelques traces de matière saline, et qui est difficile à brûler. On voit que ces produits se rapprochent de ceux du glutineux et des matières animales.

11. On ne connaît point d'union entre les corps combustibles simples et le caoutchouc. L'air ne lui fait éprouver aucune altération. L'eau bouillante le ramollit, le gonfle comme une peau, lui donne une demi-transparence, mais ne le dissout point. Le caoutchouc ainsi ramolli est bien dissoluble dans l'éther, tandis qu'il ne l'est pas dans son état naturel. C'est à Pelletier qu'est due cette découverte, qui résout le problême si long-temps cherché de la dissolubilité du caoutchouc, annoncée par Macquer en 1768, mais trouvée ou difficile ou impossible par tous les chimistes qui se sont occupés de cet objet jusqu'à Pelletier.

12. Les acides puissans et à radicaux simples ont de l'action sur le caoutchouc ; l'acide sulfurique concentré le réduit à l'état charbonneux, et le noircit en devenant sulfureux; l'acide

nitrique l'attaque, le ronge et le jaunit comme le liége, le change en acide oxalique et en corps graisseux. Les autres acides n'ont point d'action sur lui ; les alcalis caustiques ne lui font éprouver aucune altération, et ne le mettent point à l'état savonneux : ce qui prouve qu'il n'a point de véritable rapport avec une huile fixe. Les sels ne l'attaquent point et n'en changent pas les propriétés. On n'a point examiné l'action des oxides et des dissolutions métalliques sur ce corps.

13. Parmi les matières végétales, les huiles sont les seules qui aient une action marquée sur le caoutchouc. Les huiles fixes bouillies sur cette substance la dissolvent, ainsi que la cire fondue ; mais elle reste grasse et visqueuse dans les dissolutions. Les huiles de lavande, d'aspic et de térébenthine la dissolvent à l'aide d'une légère chaleur ; mais les liqueurs visqueuses restent collantes, ne peuvent se dessécher, poissent les mains, et ne peuvent pas servir. C'est dans des mélanges d'huiles fixes et d'huiles volatiles qu'on la fond pour former les vernis gras et toujours collans dont on enduit les taffetas. Une dissolution de caoutchouc dans l'huile d'aspic, mêlée avec de l'alcool, a déposé des flocons blancs, indissolubles dans l'eau chaude, qui ont nagé à la surface de ce liquide, qui sont devenus blancs et solides comme de la cire par le refroidissement. Berniard, à qui est due cette expérience, croit que ce précipité était une véritable huile fixe concrescible ; mais il manque beaucoup d'exactitude à cette assertion pour la regarder comme prouvée.

E. *Espèces.*

14. On ne connaît pas encore plusieurs espèces de caoutchouc, quoiqu'il soit vraisemblable qu'il y en a véritablement plusieurs de différentes, sinon sous le rapport des caractères chimiques, au moins sous le point de vue de leur origine. D'après ce qui a été exposé plus haut, il y a du

caoutchouc blanc et pur déposé dans le suc même enfermé dans des vases, et du caoutchouc impur séché à l'air et à la fumée; mais ce dernier ne diffère du premier que par quelques impuretés qui l'altèrent, et dont il est même possible de le priver par l'action successive de l'eau et de l'alcool, aidés par la chaleur.

15. Quand on connaîtra mieux l'histoire des différens arbres qui peuvent fournir du caoutchouc, et quand on aura examiné comparativement leurs produits, on pourra distinguer alors, sinon des espèces, au moins des modifications ou des variétés de ce suc, et l'on saura s'il est permis d'espérer de trouver dans les plantes ou les arbres de nos climats tempérés quelques matériaux susceptibles de fournir aux arts une matière analogue à celle-là.

F. *Usages.*

16. On conçoit facilement qu'un corps dur, solide, inaltérable à l'air, indissoluble dans l'eau, inattaquable par la plupart des dissolvans, et qui joint à ces précieuses qualités celle plus précieuse encore d'être fortement élastique, doit offrir un grand nombre d'usages importans pour les arts. La médecine l'emploie pour la fabrication de sondes, de bougies, de pessaires, de bandages et d'une foule d'ustensiles chirurgicaux propres à diminuer ou même à guérir un grand nombre de maladies. Il faut observer que tous ces ustensiles sont susceptibles de se ramollir et de se détendre par la chaleur et par le contact des humeurs animales, et qu'ainsi on doit se guider sur cette propriété pour donner une forme et des dimensions qui admettent l'augmentation de volume qu'ils éprouvent. Pour faire les sondes de caoutchouc pur, on dissout ce corps ramolli et gonflé par l'eau dans l'éther, et on applique la dissolution en couches successives qui s'évaporent sur des moules de cire, qu'on fond ensuite dans l'eau bouillante.

17. Dans les pays où croissent les arbres qui fournissent ce suc solide, élastique et inflammable, on en fabrique des flambeaux ou des torches qui servent à éclairer, ainsi que des vases et des instrumens qui peuvent servir à un grand nombre d'usages. Ces vases tiennent très-bien l'eau et les diverses liqueurs, auxquelles ils ne communiquent ni saveur ni odeur. On en fait des bottes et des souliers qui durent long-temps, et qui se prêtent au mouvement des parties.

18. En Europe, les poires ou vases de caoutchouc qu'on y apporte sont découpés en morceaux, en lanières, qui servent à effacer les traces des crayons de carbure de fer, à faire des jarretières, à former des soupapes et des tirans de machines, sur-tout pour les instrumens de physique et de chimie. On la dissout dans des mélanges huileux pour l'appliquer en enduits ou vernis impénétrables à l'eau sur les taffetas avec lesquels on fabrique des vêtemens, des machines aérostatiques : mais la plupart de ces enduits ont l'inconvénient d'être gras et de se ramollir, de sorte à devenir très-collans par les rayons du soleil et par la chaleur.

ARTICLE XVIII.

Du quinzième des matériaux immédiats des végétaux ; des baumes.

A. *Siége.*

1. Bucquet est le premier chimiste qui ait distingué, en 1774, les baumes naturels d'avec les résines et les gommes-résines, en regardant comme tels les sucs résineux toujours

unis à un acide qui est constamment l'acide benzoïque, et en leur donnant pour caractères propres à les faire reconnaître la propriété de fournir cet acide concret et sublimé par l'action du feu, et de rendre acide l'eau dans laquelle on les faisait fondre et bouillir quelque temps. Cette dénomination ainsi déterminée a fixé enfin la valeur d'un terme qui n'était jusque-là que vague et incertaine, puisqu'elle était attribuée, soit en raison de la liquidité des sucs résineux, soit à ceux qui avaient une odeur fragrante et agréable, soit à des composés pharmaceutiques huileux ou alcooliques, auxquels on communiquait cette propriété par des mélanges de plusieurs matières plus ou moins odorantes. Elle est d'autant mieux attribuée aux corps de ce genre, que l'acide volatile aromatique qu'ils contiennent leur donne une odeur vive.

2. Tout ce que j'ai dit des propriétés des huiles volatiles ne laisse aucun doute sur le caractère acidifiable de ces substances, et conséquemment sur l'origine et la formation des baumes naturels, puisque ceux-ci ne paraissaient être en effet que des huiles volatiles dont l'oxigénation a converti une partie en résine et l'autre en acide : aussi ces matières ont-elles, à ce qui paraît, le même siége dans les végétaux que ces huiles ; et quoiqu'on n'emploie encore que peu de baumes naturels, quoiqu'on n'en connaisse encore qu'un petit nombre, ce nombre suffit pour en prendre cette idée, et pour regarder ces produits comme existant dans beaucoup de parties des végétaux.

B. *Extraction.*

3. L'on n'a encore que peu de notions exactes sur la manière dont on se procure la plupart des baumes naturels. On voit cependant par l'exemple du baume du Pérou que ces matières coulent des arbres sous la forme molle et visqueuse de la térébenthine, puisqu'on les recueille dans des cocos entiers, où ils s'épaississent et se solidifient.

4. Lorsqu'on saura mieux qu'un grand nombre de végétaux contiennent des sucs balsamiques plus ou moins concrets, des huiles volatiles résinifiées et acidifiées, on pourra, en leur appliquant des dissolvans appropriés, et sur-tout l'alcool, obtenir ces produits immédiats, et augmenter la classe de ces matériaux assez importans pour les arts. Déja même on le pratique sans y avoir fait l'attention convenable aux progrès de la science, en traitant par l'alcool plusieurs matières végétales, qui, comme on le verra dans l'exposé des espèces, sont véritablement chargées de baume. On fabrique des espèces de baumes solides en épaississant par l'action du feu ou à l'air celles des huiles volatiles qui sont le plus disposées à se résinifier et à s'acidifier.

C. *Propriétés physiques.*

5. Les baumes ne peuvent jamais être liquides et légers comme les huiles volatiles, puisqu'ils sont toujours le produit de l'altération de ces dernières. Ce sont donc des sucs épais, visqueux, coulant avec peine et lenteur, prenant promptement et facilement la forme concrète, d'une couleur brune ou rouge, d'une odeur agréable et très-aromatique quand on les broie, quand ils sont frottés ou chauffés, et sur-tout quand on les pique avec des aiguilles rouges.

6. Leur pesanteur spécifique est à celle de l'eau : : 10.900 ou 11.000 : 10.000; ils ont tous une saveur âcre et forte quand on les mâche pendant quelque temps; ils rougissent les couleurs bleues végétales lorsqu'on les délaie en poudre avec ces couleurs dissoutes dans l'eau. Lorsqu'on les chauffe, ils se fondent et exhalent promptement une vapeur blanche d'une odeur très-forte et très-piquante. En refroidissant, après avoir été fondus, ils offrent à leur surface une poussière blanche aiguillée ou neigeuse. Cette chaleur qui les fond les altère déja et les décompose en partie.

D. *Propriétés chimiques.*

7. Toutes les propriétés chimiques des baumes naturels montrent que ces substances sont des composés de résines et d'acide benzoïque. Beaucoup de ces propriétés étant analogues à celles des résines, il ne faut insister que sur celles qui peuvent les en distinguer, et qui sont dues, comme on va le voir, à la présence de l'acide benzoïque dans ces sucs.

8. Lorsqu'on les chauffe fortement avec le contact de l'air, ils donnent, en se fondant et se boursouflant, une fumée blanche très-odorante, aigre et âcre même, excitant la toux et la sortie des larmes, qui, lorsqu'elle est répandue dans l'air, lui communique un parfum agréable; c'est le véritable encens. En les chauffant dans des vaisseaux fermés, la matière de cette vapeur se condense en aiguilles et en lames cristallines acides. On en obtient, en un mot, l'acide benzoïque, dont j'ai parlé en détail dans un des articles précédens, et qui fait jusqu'à un cinquième de leur poids. Après avoir donné ce produit, ils se comportent absolument comme des résines.

9. A l'air, ils sont inaltérables, lorsqu'on les y expose bien secs et concrets; s'ils sont encore moux, ils s'y dessèchent, et laissent quelquefois exhaler, quand l'air est très-chaud, une petite portion de leur acide qui s'effleurit à leur surface, et les recouvre d'une poussière, d'une neige ou de petites aiguilles blanches, qu'on nomme *fleurs* dans quelques substances.

10. L'eau dans laquelle on les fait bouillir les ramollit, les fond et en dissout une partie de l'acide, qu'on peut même en obtenir séparé et cristallisé par le refroidissement de ce liquide, comme Geoffroy l'a le premier indiqué au commencement du dix-huitième siècle; mais on ne peut avoir ainsi qu'une petite partie de leur acide benzoïque; la plus grande partie reste fixée et enveloppée par la résine fondue : de sorte qu'on ne peut point

en faire l'analyse exacte par ce procédé, mais prouver seulement que les baumes contiennent un acide concrescible et volatil.

11. Les acides n'agissent point sur les baumes; les alcalis leur enlèvent l'acide benzoïque, et forment des benzoates dissolubles. On emploie sur-tout la chaux pour en extraire ainsi l'acide à la manière de Schéele, comme je l'ai déja dit à l'article des acides.

12. Les baumes sont, comme les résines, dissolubles dans les huiles, sur-tout les volatiles, et forment des dissolutions plus ou moins épaisses, visqueuses et collantes, qu'on prépare fréquemment pour les usages pharmaceutiques.

E. *Espèces.*

13. J'ai déja annoncé qu'il y avait plus de matières végétales balsamiques qu'on n'en compte dans la matière médicale ou la pharmacie; on n'a connu jusqu'ici que le benjoin, le baume du Pérou et de Tolu qu'on a confondus ensemble, et le storax, auquel il faut ajouter le styrax commun des boutiques, comme variété du storax. J'ajoute à ces espèces bien connues le baume de vanille et celui de canelle, parce que ces deux matières, contenant une huile volatile et de l'acide benzoïque, sont dans la condition requise pour former véritablement des baumes.

A. Le *benjoin :* on en distingue de deux sortes, le benjoin amygdaloïde formé de larmes blanches, semblables à des amandes liées par un suc brun; il ressemble au nougat de nos tables. Le benjoin commun est brun et sans larmes; il répand une odeur très-suave, lorsqu'on le fond ou lorsqu'on le pique avec une aiguille chaude. L'arbre qui le fournit est peu connu : Driender le nomme *styraxe benzoin.* Murray observe cependant que l'écorce et le bois de cet arbre répandent l'odeur du benjoin même en le brûlant; suivant lui, il est fort douteux que ce baume en provienne.

Le benjoin vient du royaume de Siam et de l'île de Sumatra. Il ne donne que peu d'huile volatile à cause de sa solidité. L'eau bouillante en extrait un sel acide en aiguilles, dont l'odeur est forte, et qui cristallise par refroidissement; on le retire aussi par la sublimation; on le nommait autrefois *fleurs de benjoin*. Cette opération se fait dans deux terrines vernissées placées l'une au-dessus de l'autre, et luttées au papier. Il faut pour cela donner un feu doux, sans quoi le sel est brun. Le cône de carton qu'on employait autrefois laisse perdre beaucoup d'acide concret. J'ai fait connaître les propriétés de cet acide dans un des articles précédens. Le benjoin, distillé ensuite à la cornue, donne un phlegme très-acide, une portion d'acide concret et brun, de l'huile brune et épaisse; le charbon qui reste contient un peu de potasse et quelques traces de sels alcalins et calcaires.

Le benjoin se dissout dans l'alcool, et sa teinture précipitée par l'eau constitue le *lait virginal*. On emploie le sel de benjoin ou l'acide benzoïque comme un bon incisif dans les maladies pituiteuses des poumons ou des reins. Son huile est résolutive; on s'en sert à l'extérieur pour les membres paralysés, etc. Le benjoin entier sert comme encens.

B. *Le baume de Tolu* : on l'apporte ou en larmes jaunâtres, ou dans un état fluide; il coule du *toluifera*, placé par Linné dans la décandrie monogynie. Il vient de l'Amérique méridionale, dans un pays situé entre Carthagène et le Nom-de-Dieu, que les insulaires appellent *Tolu*, et les Espagnols, *Honduras*. Il donne à l'analyse les mêmes produits que le benjoin, et sur-tout un sel acide concret; on l'emploie dans les maladies du poumon; on en fait un sirop.

C. *Le baume du Pérou* : les naturalistes modernes distinguent le baume du Pérou de celui de Tolu. Il coule en effet d'un arbre différent; il vient en larmes rougeâtres ou renfermées dans des cocos; on l'en extrait en plongeant ces coques dans l'eau bouillante, qui le ramollit et le fait couler. Il présente

les mêmes propriétés chimiques, et sert aux mêmes usages que le précédent. Son odeur est un peu différente quand on le compare immédiatement à celle du baume de Tolu.

D. *Le storax* est un baume solide en larmes rouges sèches, ou brunes et grasses. Il a une odeur très-forte; il coule du liquidambar oriental, plante peu connue. Duhamel a vu couler de l'alibousier un suc d'une odeur analogue. Neumann a fait l'analyse du storax pur; il en a retiré très-peu d'huile volatile, un sel acide concret, une huile épaisse.

Son usage est semblable à celui du benjoin; on l'emploie sur-tout pour les parfums.

On l'envoyait autrefois renfermé dans des roseaux; ce qui lui avait fait donner le nom de *storax calamite:* aujourd'hui il nous arrive sous la forme de pains ou de masses irrégulières brunes, rougeâtres, mêlées de quelques larmes plus claires, et d'une odeur très-suave.

Le styrax commun, employé pour la préparation de l'onguent qui porte son nom, est un suc liquide, provenant du même arbre que le storax; c'est la partie la plus grossière et la plus impure du liquidambar; il contient beaucoup d'ordures, de portions d'écorce. Le citoyen Bouillon-la-Grange en a fait un examen chimique; il a trouvé qu'il se grumelait et se boursouflait beaucoup par l'action du feu, qu'on en perdait beaucoup en voulant le purifier par la fusion et le tamis, comme on l'a proposé dans les ouvrages de pharmacie : il en a retiré de l'acide benzoïque assez abondamment par la chaux; il a proposé de le purifier par l'alcool, et de l'employer ainsi purifié pour la préparation de l'onguent. Obtenu par ce procédé, il prend la plupart des caractères du vrai storax.

E. J'admets un baume de vanille, quoiqu'on ne le connaisse point encore, et qu'on ne l'ait pas extrait, parce que ce légume laisse volatiliser de l'acide benzoïque, et parce qu'il contient une résine assez abondante. En traitant la vanille par l'alcool, et en évaporant sa dissolution ou sa teinture

alcoolique, on obtiendra ce baume, qui présentera les caractères du storax.

F. J'en dis autant de la canelle, puisqu'elle donne de l'huile volatile abondamment par la distillation, puisque son eau distillée laisse déposer par le refroidissement des cristaux d'acide benzoïque. En traitant la canelle par l'alcool, et en faisant évaporer la teinture forte qu'on en obtient, il y a lieu de croire qu'on extraira un véritable baume de canelle, cassant, brun, odorant, fusible, donnant de l'acide benzoïque par l'action du feu, etc.

F. *Usages.*

14. Les baumes, comme on l'a vu, sont fort employés en médecine. Ils servent plus encore dans les parfums; on les met, pour ce dernier usage, sous toutes sortes de formes. Ils empêchent et éloignent la putréfaction des matières animales, et sont extrêmement utiles dans les embaumemens, qui en tirent leur nom. On en combine quelquefois le parfum avec l'alcool et le sucre pour faire des liqueurs de table, ect.

ARTICLE XIX.

Du seizième des matériaux immédiats des végétaux, des matières colorantes.

A. *Siége.*

1. La coloration des végétaux et de leurs différentes parties est un des plus beaux phénomènes que présente l'économie végétale. Elle a frappé dans tous les temps les philosophes, et ils

en ont sans cesse cherché la cause. Les chimistes ont cru, après beaucoup de recherches, qu'elle était due à une matière particulière qu'ils ont nommée *principe colorant;* mais ils ont bientôt reconnu que ce prétendu principe, au lieu d'être identique et constant, était très-varié dans ses propriétés, et ne devait pas être regardé comme une seule et même matière. Quand même il serait bien prouvé, comme le grand Newton l'a avancé, que la coloration diverse dépendît de la diversité des surfaces et de la manière avec laquelle chacune de ces surfaces réfléchit ou réfrange les rayons lumineux, il résulterait d'abord que la différence même de ces superficies ou de l'extérieur de ces corps supposerait une différence dans le tissu et dans la composition de chacune d'elles. Ainsi par cela seul que les couleurs des diverses parties des végétaux sont très-variées, il s'ensuit que cette variété même entraîne nécessairement celle de leur nature: ce qui prouve évidemment qu'on ne doit pas admettre un principe colorant unique dans les plantes.

2. La plus légère observation sur les végétaux prouve qu'outre la couleur verte généralement répandue dans leurs feuillages, leurs différentes parties sont teintes d'une manière très-diversifiée, qu'aucune ne ressemble entièrement à une autre par cette propriété, et que le siége de ce qu'on nomme parties colorantes se trouve disséminé dans tous leurs organes, presque avec une sorte d'indifférence qui annonce que cette propriété même de la coloration coûte en quelque manière très-peu à la nature, et qu'elle est constamment comme la suite nécessaire de tous les phénomènes de la végétation.

3. Cependant la même observation, quoique rapide, suffit également pour faire voir que le contact de la lumière influe tellement sur la formation des parties colorantes, qu'elle semble même nécessaire pour les produire. Les écorces, depuis l'épiderme jusqu'aux couches corticales, sont constamment plus colorées que l'intérieur des troncs et des arbres. Les feuilles,

en sortant de leurs boutons, sont d'un vert pâle qui se forme peu à peu à mesure qu'elles se développent et s'épanouissent dans l'air ; celles qui sortent à l'ombre sont blanches et isolées comme les tiges ou les rameaux. Au moment où les fleurs s'ouvrent ou s'élancent hors des calices qui les tenaient repliées ou renfermées, elles sont la plupart sans couleur, et n'en prennent une qu'à mesure qu'elles sont exposées à l'air et au soleil. Cependant il semble qu'on trouve une exception à cette règle, en voyant les racines et les fruits offrir dans l'intérieur même de leur tissu, toujours privé de la lumière, une coloration quelquefois très-prononcée ; et c'est souvent dans les parties profondément cachées que l'art de la teinture trouve les couleurs les plus belles et les plus durables. Cette objection diminue de force, lorsqu'on remarque que ces racines et ces fruits colorés appartiennent en général à des végétaux qui ont été long-temps plongés dans la lumière, qui croissent dans des latitudes où les rayons du soleil les frappent verticalement, qui ont une vigueur forte et durable dans leur végétation, et où conséquemment l'influence du principe lumineux s'est fait ressentir jusque dans les organes les plus intimes et les plus profonds de leur corps.

B. *Extraction.*

4. Dès que les matières colorantes végétales doivent être reconnues plus ou moins nombreuses et différentes les unes des autres, il est évident que les moyens de les extraire doivent varier comme leur nature même. Il n'est pas question ici seulement des parties colorées des végétaux qui, dans leur masse, n'exigent que d'être séparées de celles qui ne le sont pas, et qu'il suffit de trier, de cueillir ou d'isoler mécaniquement les unes des autres. Ce ne sont là que les réservoirs des matières colorantes ; ce ne sont que des surfaces le plus souvent dures et ligneuses, auxquelles les véritables parties co-

lorantes sont collées en quelque sorte et adhérentes comme des vernis. Il faut les enlever ou les détacher de ces surfaces.

5. Cette séparation ne peut pas être opérée par des moyens mécaniques, parce que les matières colorantes sont d'une ténuité extrême, et le plus souvent dans un état de sécheresse et néanmoins d'adhérence si grandes aux parties qu'elles recouvrent et qu'elles décorent en quelque manière, que ce n'est que par des procédés chimiques qu'on peut parvenir à les leur enlever. On a presque toujours recours à des dissolvans différens, suivant la diversité de ces matières. L'eau froide ou chaude, la longue ébullition, quelquefois les matières alcalines ou d'autres réactifs appliqués à ces corps végétaux colorés, sont les principaux moyens qu'on met en usage, soit dans les opérations chimiques et dans l'intention d'en examiner la nature, soit dans les procédés de la teinture, et dans la vue d'appliquer ensuite les couleurs aux fils, aux tissus et aux étoffes qui doivent les recevoir.

6. Quelquefois la partie colorante végétale est dissoute ou étendue dans des liquides végétaux qu'il ne s'agit qu'alors d'extraire par la pression ; mais ce cas n'a presque lieu que pour les couleurs vertes et que pour les fécules qui en sont le foyer; et s'il se présente souvent au chimiste dans ses expériences, il ne s'offre que très-rarement au teinturier dans sa pratique. D'ailleurs, pour le chimiste même, c'est de toutes les circonstances relatives à l'extraction des parties colorantes végétales, la moins fréquente, puisqu'elle n'a véritablement d'application que pour les couleurs vertes.

7. Il est beaucoup de circonstances où l'art chimique ne se borne pas, pour la préparation des couleurs, à extraire ces matières des substances végétales qui les contiennent ; il s'étend souvent jusqu'aux procédés propres à les modifier, ou à les former véritablement, soit par une suite d'altérations spontanées dont elles sont susceptibles par la fermentation et l'agitation dans l'air, soit en les mélangeant avec diverses sub-

tances qui, en les rendant plus dissolubles, les modifient, et les font passer à l'état que l'art exige. C'est ainsi qu'on fait passer par la fermentation la fécule de l'indigotier et du pastel de l'état vert au bleu, les poussières grises ou fauves des lichens au rouge brillant de l'oseille, etc.

C. *Propriétés physiques.*

8. En traitant de substances aussi variées et aussi nombreuses que les couleurs des plantes, il est impossible de s'occuper d'autres propriétés physiques générales que de leur coloration même ; et ce seul phénomène offre en lui-même une assez belle suite d'observations et de nuances pour mériter quelques considérations particulières. Parmi les variétés multipliées de couleurs dont brillent les végétaux, on reconnaît que le vert est le plus abondant et le plus généralement répandu, et que ce vert qui varie sans cesse dans sa nuance, et qui passe d'abord du vert tendre au vert foncé, se dégrade ensuite dans tous les végétaux, de manière à se terminer par un fauve plus ou moins fixe et prononcé, qu'on connaît sous le nom de *feuille morte*. On reconnaît ensuite que le jaune est aussi une des couleurs végétales les plus fréquentes, et en même temps que c'est la couleur la plus permanente et la moins altérable qui soit connue. On voit ensuite le bleu et le rouge se présenter encore dans une grande abondance, et offrir des nuances extrêmement variées, dont les tons et les qualités sont aussi intéressantes pour le spectacle qu'étonnantes par leur inconcevable multiplicité. Enfin l'observation prouve encore que parmi les couleurs mixtes, il en est une foule qui sont le résultat de l'union ou du mélange de deux ou de plusieurs matières colorantes, tandis qu'il en est d'autres qui sont d'une composition simple et primitive.

9. La cause première de la coloration dans tous les corps paraissant être due à la propriété diverse qu'ont ces corps de

réfléchir différens rayons lumineux, il est important de remarquer ici que la réflexion la plus faible renvoie les rayons bleus, voisins du noir, que le rayon jaune dépend d'une réflexion plus considérable, et que le rouge est celui qui annonce la plus forte réflexion. On peut ajouter à cette considération, qu'un même ordre semble être observé par la nature dans la combustion et la coloration des flammes. La combustion la plus faible produit une lumière bleue ; une plus forte inflammation donne une lumière jaune, et la plus énergique donne naissance au blanc, suite de la réflexion totale des rayons lumineux. Il semble qu'il y ait encore ici quelque analogie avec le phénomène de l'oxidation des métaux. Les moins oxidés sont noirs ou bleus ; ils passent de là en s'oxidant plus au jaune et à l'orangé ; et, surchargés d'oxigène, ils deviennent rouges et blancs. C'est ainsi que la couleur des masses d'air est bleue, ainsi que la lumière de la lune reçue sur des corps blancs, comme celle qui enveloppe l'ombre des corps projetée sur des surfaces blanches. Quelqu'ingénieux que soient ces rapprochemens, ils n'apprennent cependant rien de positif sur la nature des parties colorantes, et ils n'ont encore aucun rapport exact avec leurs propriétés chimiques.

D. *Propriétés chimiques.*

10. Quoique d'après les diversités déja annoncées dans les matières colorantes végétales, il soit véritablement impossible de donner des caractères génériques qui leur conviennent à toutes ; quoiqu'il soit évident que leur histoire exacte ne peut être que spécifique, il est cependant utile de chercher dans la généralité de leurs propriétés quelques-unes de celles qui, plus ou moins prononcées comme caractéristiques de ces substances, et n'appartenant pas aux substances d'un autre genre, doivent être véritablement comptées comme leur appartenant exclusivement. On sent bien que ce ne pourra pas

être dans le même ordre qui a été adopté pour tous les autres matériaux immédiats traités jusqu'ici, que ce tableau chimique sera dressé ; comme elles ne ressemblent vraiment à aucun de ces matériaux, leur histoire chimique doit en être aussi, jusqu'à un certain point, indépendante. Les premiers chimistes qui se sont occupés de l'examen de ces matières colorantes, Hellot, Lepileur d'Apligny, Hecquet d'Orval, Mazéas, Macquer et Pœrner, n'ont commis et n'ont pu commettre que des erreurs. Ce n'est que depuis les heureuses données de la doctrine pneumatique que le citoyen Berthollet a commencé à jeter le plus grand jour sur cette partie, et que les citoyens Haussman et Chaptal ont augmenté aussi nos connaissances à cet égard.

11. C'est particulièrement par les attractions chimiques que les matières colorantes végétales exercent sur les acides, les alcalis, les terres, les oxides métalliques, l'oxigène et les tissus, depuis la laine jusqu'au lin, que ces matières se distinguent éminemment des autres matières végétales, comme le citoyen Berthollet l'a le premier fait connaître. Leur attraction pour l'alumine et les oxides métalliques est telle qu'elles l'enlèvent souvent aux acides, et se précipitent avec eux du sein de leur dissolvant commun. Leur union avec ces bases terreuses ou métalliques modifie leurs couleurs, les change souvent, mais les rend, d'une part, plus permanentes qu'elles ne l'étaient, et plus insensibles à l'action de l'air et des autres agens extérieurs.

12. Un des principaux et des plus essentiels caractères des parties colorantes, c'est d'être altérables et changeantes par le contact de l'air et de la lumière. En général, l'oxigène est absorbé par ces matières, qui passent au jaune, au brun ou rouge marron, suivant la proportion qu'elles en contiennent. Beaucoup, en même temps, perdent une portion de leur hidrogène, qui forme de l'eau par une véritable combustion lente ; et alors le carbone prédominant contribue sur-tout à les faire

passer à une coloration plus grande, et à des nuances de plus en plus foncées. Ainsi, en général, toutes les couleurs végétales éprouvent ce double effet de la part de l'air; elles en absorbent l'oxigène, et laissent dissiper une portion de leur hidrogène : de manière cependant que la suite du premier effet est en général une formation de nuances rouges ou brunes, et que celle du second est une tendance perpétuelle vers le noir, vers l'état charbonneux, vers un des termes de la décomposition végétale. L'acide nitrique, l'acide sulfurique et l'acide muriatique oxigéné agissent de la même manière sur les parties colorantes. J'ai fait voir, dans un travail particulier sur les matières végétales dissoutes dans l'eau, que toutes ont plus ou moins de couleur, que leur coloration augmente par le contact de l'air et par l'absorption de l'oxigène; que des doses déterminées de celui-ci produisent des espèces de composés arrêtés à une certaine température dont le caractère était d'avoir telle ou telle teinte; que le *maximum* de cette oxigénation colorante est, après avoir passé par les rouges et les bruns, de produire le jaune, la plus constante, la plus fixe, la plus inaltérable des couleurs naturelles des végétaux. Le citoyen Berthollet a considéré, de son côté, la coloration en brun foncé et en noir par le contact de l'air, comme le produit d'une combustion de l'hidrogène et de la dénudation du carbone, comme une sorte de combustion lente. Et il a fait voir que la solidité, la fixité des couleurs végétales dépendaient de la disposition plus ou moins grande qu'avaient ces parties à éprouver cette combustion.

13. A mesure que les matières colorantes éprouvent le premier de ces effets ou l'absorption de l'oxigène, qui se combine en entier à elles et qui en change la nuance, elles cessent en général d'être aussi dissolubles dans l'eau qu'elles l'étaient d'abord; elles deviennent même entièrement indissolubles dans ce liquide; elles prennent en même temps de la dissolubilité dans les alcalis et dans l'alcool; elles paraissent

se rapprocher beaucoup des matières huileuses, tenir une sorte de milieu entre les résines et les graisses, sans être cependant exactement ni les unes ni les autres ; elles sont ce que j'ai nommé l'*extractif oxigéné* : car le plus grand nombre des couleurs végétales sont du caractère de ce qu'on a désigné par le nom d'*extraits*. Il en est de même de celles qui se sont foncées par la perte de leur hidrogène et par la surabondance de leur carbone : en devenant plus noires, elles sont devenues moins altérables, moins sensibles, moins dissolubles, et l'on remarque même que les parties colorantes qui, de leur nature, sont les plus solides, les moins changeantes, les plus durables ou permanentes, doivent cette propriété à la proportion considérable de carbone à nu qu'elles contiennent. Aussi sont-elles préparées en général par une combustion préliminaire plus ou moins avancée de leur hidrogène, qui a lieu sur-tout dans les fermentations dont on se sert pour l'indigo, le pastel, la vouède, etc. : c'est ce qui fait que ces couleurs, quoique susceptibles encore d'éprouver quelques changemens par l'oxigène, sont plutôt délayables que dissolubles.

14. Les matières colorantes s'unissent facilement aux oxides métalliques, et éprouvent de leur part, dans l'union qu'elles contractent avec eux, une combustion proportionnée à la quantité d'oxigène qu'elles peuvent leur enlever : ainsi les couleurs de ces combinaisons sont, comme l'a fait remarquer le citoyen Berthollet, un produit de celle qui leur est propre et de celle de l'oxide, plus l'oxigène ajouté aux premières et moins celui qui est enlevé au dernier ; car il faut calculer ce double effet qui modifie la nuance de chacune de ces substances. De là les oxides auxquels l'oxigène est peu adhérent sont les moins propres à attirer et à fixer les matières colorantes végétales qu'ils brûlent trop fortement, comme le font ceux d'or, d'argent et de mercure : ceux qui en cèdent trop et qui éprouvent par là de grands changemens dans leur couleur, tels que ceux de bismuth, de plomb et de cuivre, sont aussi

de mauvais intermèdes : les plus propres à remplir l'objet de fixer les couleurs sans les altérer, sont ceux qui retiennent l'oxigène avec force, qui changent peu de couleur en en cédant une portion. C'est ainsi que l'oxide d'étain, peu adhérent aux dissolvans acides, très-attiré par les parties colorantes, leur donnant une base d'un beau blanc et qui relève leur éclat en affaiblissant leur teinte, a les plus grands avantages dans la teinture.

15. C'est par cette théorie simple que s'expliquent l'effet produit sur les dissolutions de parties colorantes par les dissolutions métalliques, et sur-tout la précipitation qu'y occasionne le muriate d'étain suroxigéné. Il y a quelque analogie entre cet effet et celui de l'alumine, qui s'unit très-facilement aux matières colorantes, qui abandonne souvent ses dissolvans acides pour s'y combiner, qui, en se précipitant avec elles sur les étoffes, en favorise l'adhérence et la stabilité, et qui, par son blanc pur, éclaircit leur nuance en arrêtant en même temps la marche de leur combustion, soit dans la fixation de l'oxigène, soit dans le dégagement de l'hidrogène. Telle est l'idée qu'on doit se former de l'action des mordans. Parmi ceux-ci, la substance astringente végétale, principalement celle qui est contenue dans la noix de galle, le sumac et l'écorce de chêne, et dont l'effet sur les étoffes sert si souvent de préparation préliminaire à la teinture, est spécialement utile par sa combustion et sa carbonisation si facile au contact de l'air, par la propriété de s'arrêter promptement dans cette combustion, et d'absorber peu d'oxigène, par son attraction réciproque avec les matières des tissus, et sur-tout de ceux qui sont de nature animale, ainsi qu'avec les diverses parties colorantes, qu'elle attire et fixe solidement sur les étoffes, auxquelles elle communique sa solidité. Voilà pourquoi l'engalage est une opération si fréquente et si avantageuse dans les teintures. L'alunage qu'on pratique après rend encore la matière colorante plus adhérente et l'éclaircit, sur-tout en favorisant la précipitation

de l'alumine par l'addition de l'acétite de plomb à l'alun qu'il décompose, en formant de l'acétite d'alumine, dont la base est bien plus facile à séparer et à précipiter, parce qu'elle adhère moins à l'acide acéteux.

16. On a remarqué depuis long-temps que les matières colorantes ont une forte attraction pour les substances animales, qu'elles se portent plus vîte, et qu'elles adhèrent bien plus fortement sur ces substances que sur les végétales. Ainsi la laine et la soie sont les corps qui prennent le plus vîte, et qui retiennent le plus long-temps les teintures, tandis que le lin et le chanvre sont les plus difficiles à teindre. Cela paraît venir de ce que les matières colorantes sont d'un ordre de composition qui se rapproche de celui des matières animales : elles diffèrent en effet des gommes, du sucre, des huiles, des résines, des acides, par la présence de l'azote qui fait un de leurs principes primitifs, et c'est à lui qu'elles doivent la propriété de donner de l'ammoniaque dans leur analyse par le feu; elles se rapprochent par là de la matière extractive, dans l'histoire de laquelle j'ai fait remarquer le même caractère, et du corps ligneux dont je parlerai dans un des articles suivans. Aussi la substance colorante adhère-t-elle en général, ou se trouve-t-elle le plus souvent sous l'une et l'autre forme dans les végétaux : et lorsqu'on a voulu en donner une définition chimique relative à ses propriétés et à sa nature, on l'a spécialement regardée, soit comme un extrait, soit comme une substance ligneuse.

17. Quoique ce qui a été exposé jusqu'ici sur les propriétés chimiques de la matière colorante, puisse suffire pour la caractériser comme genre, et que de plus amples détails appartiennent plutôt à l'histoire de ses espèces, je ne dois pas cependant laisser ignorer ici qu'avant les découvertes modernes qui ont conduit aux considérations générales que je viens de faire connaître, les chimistes, et spécialement Macquer et Bucquet, avaient distingué ces couleurs, qu'ils recon-

naissaient déja très-variées et très-différentes les unes des autres : *a.* en *couleurs extractives* ou *savonneuses*, entièrement dissolubles dans l'eau, de sorte qu'on ne pouvait les précipiter sur les étoffes que par l'action des mordans qui les décomposaient ; *b.* en *couleurs résino-terreuses*, dont le caractère était de se fondre et de se délayer seulement dans l'eau à l'aide de la chaleur, de manière qu'elles s'en précipitaient par le seul refroidissement, et adhéraient à l'étoffe qu'on tenait plongée dans leurs bains ; *c.* en *couleurs résineuses*, indissolubles dans l'eau, dissolubles dans les alcalis, souvent dans l'alcool ; *d.* en *couleurs huileuses*, dissolubles particulièrement dans les huiles. Mais cette distintion trop peu nombreuse est en même temps très-inexacte ; car elle ne donne qu'une idée très-imparfaite des diversités des couleurs et de leurs véritables caractères distinctifs, quoiqu'il soit cependant très-difficile d'en fournir même encore une beaucoup plus précise et beaucoup plus satisfaisante.

18. Il est une autre différence beaucoup plus importante à rechercher dans sa cause, relativement aux parties colorantes végétales, c'est celle qui est relative à la nature même de la coloration. En général on ne connaît guères que trois couleurs primitives ou principales dans les végétaux ; savoir, le bleu, le jaune et le rouge ; et il y a lieu de penser que chacune de ces couleurs primitives est une combinaison déterminée des principes qui constituent les matières colorantes. On n'a rien encore dans la science sur la différence de ces trois couleurs : tout ce qu'on en sait, c'est que des trois le jaune est en général plus permanent et plus stable ; que les bleus sont très-variés dans leurs propriétés, que les rouges tendent au brun et au noir. A plus forte raison ignore-t-on encore les causes intimes, ou les combinaisons multipliées qui forment les nuances si nombreuses de ces trois couleurs mères de toutes les autres.

E. *Espèces.*

19. L'histoire des espèces est bien véritablement, comme je l'ai déja énoncé, celle des matières colorantes végétales, puisque ces espèces, en constituant une suite de différences réelles entre elles, exigent qu'on les examine les unes après les autres, et donnent les seuls moyens qui existent de tirer de leurs comparaisons générales les rapports qu'elles peuvent avoir, et les caractères qui peuvent les réunir comme genre. Mais cette histoire spécifique semble ne faire pas encore partie de la science : toute entière appartenant à l'art de la teinture, elle n'offre, au lieu d'une connaissance parfaite des couleurs végétales, qu'une suite de procédés pour les extraire, les séparer de leurs dissolvans, les précipiter sur les étoffes, les y faire adhérer et les rendre plus ou moins stables, fixes, permanentes et inaltérables. Ce n'est cependant pas l'art qu'il s'agit de décrire ici, puisqu'il est tout entier contenu dans cette partie de la science que je désigne par le mot *application*, et qui ne doit être traité qu'après avoir parcouru les trois premières branches du système chimique. Je ne dois emprunter à cet art ingénieux et important que ce qui peut jeter quelque jour sur les propriétés des matières colorantes.

20. La difficulté de distinguer et de classer les espèces de matières colorantes végétales vient sur-tout de ce qu'on ne connaît pas exactement la nature de chacune d'elles ; aussi est-il véritablement impossible de les disposer, au moins d'une manière exacte et satisfaisante d'après leurs propriétés chimiques ; on sent bien qu'on ne peut plus adopter la division de Macquer. Ce qu'on peut faire à cet égard se réduit à considérer ces matières colorantes comme formant quatre genres encore très-inexactement partagés, et dont la division n'est qu'un simple aperçu. Ces quatre genres sont, 1°. les couleurs extractives pures ; 2°. les couleurs extractives oxigé-

nées ; 3°. les couleurs carbonées ; 4°. les couleurs hidrogénées huileuses ou résineuses.

21. On peut ranger dans le premier genre, c'est-à-dire parmi les *couleurs extractives pures*, celles qui paraissent en effet être entièrement semblables à l'extractif, qui sont tout-à-fait dissolubles dans l'eau chaude, qui n'abandonnent point ce dissolvant par le refroidissement, qui ne peuvent s'appliquer aux étoffes qu'à l'aide de mordans salins ou métalliques qui les décomposent et les oxident de manière à les rendre indissolubles. Par là, et en employant le tartre, l'alun, les acides, et sur-tout les oxides et les sels métalliques, on les rapproche de celles du second genre, on leur fournit de l'oxigène, on change leur nuance à la vérité, on les modifie d'une manière qu'on doit connaître avant de s'en servir, mais on les sépare de l'eau, on les fait déposer, et s'attacher sur les étoffes. A ce genre appartiennent les bois d'Inde et de Brésil, le fernambouc, le campêche et le bois jaune, la garance, la gaude, et la première couleur du carthane ou safran bâtard. Toutes ces parties colorantes se dissolvent dans l'eau qu'elles teignent plus ou moins fortement suivant leur nuance ; mêlées avec de l'alun ou du muriate d'étain, et précipitées ensuite par un alcali, elles donnent des lacques.

22. Je place dans le second genre de *couleurs extractives oxigénées* celles qui ont éprouvé, à ce qu'il paraît, par l'effet de la végétation un changement dans leur nature, dépendant de l'absorption de l'oxigène, qui ont cessé par là d'être dissolubles dans l'eau comme elles l'étaient primitivement, ne sont susceptibles que d'être ramollies, fondues et disséminées dans ce liquide bouillant en petits flocons qui s'en précipitent par le refroidissement, et qui conséquemment se déposent spontanément sur les étoffes, y adhèrent et les teignent solidement. Aussi le procédé pour les extraire et les employer en teinture est-il très-simple. Les teinturiers les nomment *couleurs de racines*. Il suffit de tenir quelque temps les étoffes

plongées dans leur bain, pour qu'elles y prennent de la couleur solide; celle-ci est presque toujours plus ou moins fauve. La racine de patience, le bois et l'écorce d'aulne, le chêne, le sumac, le brou de noix, la noix de galle sont de ce genre. On peut y rapporter encore presque toutes les écorces, et les bois et les racines, d'où l'on sépare, dans l'art pharmaceutique, des extraits solides, brunissant à l'air, et dont les décoctions se troublent et déposent par le contact de l'atmosphère.

23. Dans le troisième genre je comprends les couleurs que je nomme carbonées, parce que toutes leurs propriétés annoncent qu'elles contiennent une grande proportion de carbone auquel elles doivent leur solidité et leur inaltérabilité. Ce sont celles sur lesquelles les découvertes modernes ont commencé à jeter le plus grand jour, et dont le citoyen Berthollet, dans ses Mémoires, ainsi que dans ses *Élémens de l'art de la teinture*, a fait connaître la nature et les principales propriétés. Les chimistes en avaient avant lui de très-fausses idées, ou plutôt ils n'en avaient véritablement aucune idée exacte, aucune notion satisfaisante. Ils les croyaient des matières huileuses ou résineuses, et elles ne sont réellement ni l'une ni l'autre. Malgré la belle analyse de l'indigo, la plus remarquable de ces couleurs, donnée par Bergman, il n'y avait rien d'exact encore sur ces singulières matières, avant l'heureuse application que le citoyen Berthollet a faite de la doctrine pneumatique à la théorie des matières colorantes. Celles-ci, qui, dans leur genre, renferment le rocou, l'orseille, l'indigo et le pastel, ne sont pas simplement extraites par l'action de l'eau, de substances végétales naturelles qui les contiennent toutes formées; elles sont le produit d'une altération plus ou moins profonde, d'une décomposition plus ou moins avancée, d'une véritable combustion opérée par la putréfaction, dans laquelle l'hidrogène s'en est exhalé plus ou moins promptement, et le carbone a été mis à nu. On les

dissout ou on les délaie dans les alcalis ou les matières alcalines, et quelquefois par des procédés très-particuliers, dont je dirai un mot plus bas. Elles sont toutes susceptibles d'un autre ordre de fermentation qui les brûle plus fortement, et les réduit à l'état purement charbonneux.

24. Je fais un quatrième genre des matières colorantes végétales, que je nomme *couleurs hidrogénées* ou *résineuses*, parce qu'elles sont véritablement de cette nature ; on les reconnaît à leur inflammabilité, à leur indissolubilité dans l'eau, à leur dissolubilité dans les huiles et dans l'alcool. L'orcanette fournit une couleur rouge, brillante aux huiles. Les résines colorées, le sang-de-dragon, la résine de lierre, celle de gayac, les gommes-résines, contiennent abondamment cette espèce de principe colorant. Il est peut-être un des plus fréquens dans les végétaux, puisqu'il n'y en a aucun qui ne donne de la couleur à l'huile ou à l'alcool. Mais ces couleurs quoique tenant une place très-remarquable parmi les faits chimiques, n'en occupent qu'une bien petite dans l'art qui s'occupe de leur extraction et de leur application, puisqu'elles ne sont point ou presque point employées dans la teinture. La rose elle-même, fleur si tendre et si passagère qu'elle a toujours été pour les poètes l'image de la beauté, donne à l'alcool une teinture qui devient rougeâtre par un acide, et verte par un alcali. C'est à cet ordre aussi qu'il faut rapporter la couleur verte, si généralement répandue dans les plantes, et qui est cependant si altérable qu'on ne peut jamais la conserver. Cette partie colorante est dissoluble dans les huiles et l'alcool. Il est aussi quelques couleurs végétales qui n'appartiennent à aucun des quatre genres précédens, puisqu'elles n'en ont point les caractères, et puisqu'il n'y a presque aucun moyen de les dissoudre : tel est le jaune des fleurs et spécialement celui des pétales des renoncules, et de plusieurs autres fleurs inaltérables comme elles.

25. Cette distinction générale des matières colorantes en

quatre genres ne suffit pas pour en considérer les espèces. Il est nécessaire de les traiter sous un autre point de vue, et, en descendant jusqu'à chacune d'elles, de les envisager par rapport aux diverses teintes générales dont elles sont décorées. Ici la base de l'art tinctorial doit nous servir de guide. Il y a sous ce rapport quatre genres très-distincts de matières colorantes végétales ; les bleues, les rouges, les jaunes et les fauves, avec lesquelles on fabrique toutes les teintures possibles.

26. Dans les couleurs bleues se présentent l'indigo, le pastel ou le vouède, et le tournesol.

A. L'indigo est préparé, en Amérique et en Afrique, avec une plante qu'on nomme anil indigotier ou indigofère : c'est l'*indigofera tinctoria* de Linné. On la porte mûre et coupée dans une cuve où elle trempe dans de l'eau, et qu'on nomme, à cause de cela *trempoire* ; elle y fermente et dégage beaucoup de gaz acide carbonique et hidrogène ; elle y prend une couleur bleue par les progrès de la fermentation. On fait couler la plante avec son eau dans une seconde cuve nommée *batterie*, où on l'agite pour en séparer l'acide carbonique, et faire rapprocher les molécules de la fécule bleue : on y ajoute quelquefois de l'eau de chaux pour absorber plus promptement l'acide. Quand la fécule colorée est bien rassemblée et la liqueur jaune éclaircie, on coule le tout, troublé et agité, dans une troisième cuve nommée *diablotin* ou *reposoir*, où on laisse se déposer cette fécule, et on la retire encore molle par un robinet placé au bas ; on la fait égoutter dans des chausses de toile, puis on la coule en pâte dans des caisses carrées où elle se sèche à l'air sous des hangars à l'abri du soleil.

On distingue trois principales espèces d'indigo, suivant sa préparation et sa pureté ; le léger ou *indigo-flore*, venant de Guatimala, qui surnage l'eau, et qui est d'une couleur bleue ; l'*indigo-cuivré*, qui prend la couleur du cuivre quand on le frotte avec un corps dur ; l'*indigo* commun, qui vient de la Caroline, et qui est beaucoup moins pur. Mais dans ces trois

espèces, c'est toujours la même matière qui y forme le bleu ; elle ne diffère que par le mélange plus ou moins considérable de matières jaunes, étrangères et extractives. On peut même purifier le commun en le faisant bouillir long-temps dans l'eau. L'acide sulfurique ramollit et dissout l'indigo, en n'altérant que les substances muqueuses et extractives qui y sont mêlées. L'acide nitrique concentré le brûle et l'enflamme avec une belle couleur purpurine, et laisse un charbon boursouflé très-volumineux ; on trouve du fer dans le résidu. Plus faible, l'acide nitrique brunit l'indigo, le convertit en gomme-résine et en acides végétaux, suivant Haussman, qui a donné en 1778 un très-bon mémoire sur cette couleur.

L'acide muriatique oxigéné, versé sur la dissolution d'indigo par l'acide sulfurique, détruit sa couleur et la change en jaune brun ; le citoyen Berthollet a donné ce moyen pour juger de la qualité de l'indigo d'après les proportions d'acide muriatique oxigéné qu'il exige pour être décoloré. L'indigo précipité de sa dissolution sulfurique se dissout dans les alcalis fixes ; ceux-ci lui donnent une couleur verte qu'ils finissent même par détruire.

Son analyse par le feu et par les acides montre qu'il contient de l'hidrogène, de l'azote, très-peu de fer et beaucoup de carbone. Ce dernier principe paraît y être plus abondant que dans aucune autre substance végétale, puisqu'il fait plus de la moitié de son poids. C'est à cette surabondance du carbone que le citoyen Berthollet attribue toutes les propriétés chimiques de l'indigo, et sa couleur qui se rapproche du noir.

Une partie de l'oxigène contenu dans l'indigo peut lui être enlevée par les corps qui en sont très-avides, tels que le sulfate de fer vert et le sulfure d'arsenic : alors il devient vert et dissoluble dans les alcalis et la chaux ; mais cette dissolution est décomposée, et l'indigo reprend sa couleur bleue et son indissolubilité par le contact de l'air, qui lui rend l'oxigène qu'il a perdu, comme on le voit, dans les cuves d'indigo qui

deviennent bleues à leur surface, et dans le bleu d'application qu'on emploie dans la fabrication des toiles peintes. Ainsi sa couleur bleue inaltérable par les acides qui ne font que le dissoudre, est due à une certaine proportion d'oxigène; quand il en perd il devient vert; en lui en rendant, il repasse au bleu; en y unissant une trop grande quantité de ce principe, il se brûle entièrement, devient brun ou fauve, en repassant par une couleur verte, due au mélange du jaune formé et du bleu qui reste. Mais ce brun fauve de la combustion complète ne lui permet plus de repasser au beau bleu. De là vient que l'acide sulfurique concentré, en le brûlant en partie, ne donne plus, dans la teinture où on l'emploie, qu'un bleu clair ou pâle, tel que celui qu'on nomme bleu de Saxe, tandis qu'en se servant de chaux, et de divers autres mélanges, et sur-tout d'une longue chaleur et de la fermentation, comme dans les cuves de bleu où l'on teint les draps, on a un bleu riche et foncé.

B. Le *pastel* est une pâte bleue, faite par la putréfaction et la réduction en espèce de fumier, des tiges hachées de l'*isatis tinctoria*, ou de l'*isatis lusitanica* de Linné. La plante, fauchée et séchée promptement au soleil, est broyée dans un moulin; on en fait des tas qu'on arrose légèrement d'eau croupie, en les abritant de la pluie. La fermentation s'y développe; après quinze jours, on ouvre ces monceaux, on les broie, on les mêle; on en forme des pelottes rondes que l'on fait sécher en les exposant alors au vent et au soleil. Entassées les unes sur les autres et arrosées d'eau pourrie, ces pelottes s'échauffent, exhalent de l'ammoniaque, se dessèchent, se réduisent en poussière bleue, qui se débite dans le commerce sous cette dernière forme. C'est dans les départemens du Gard, de l'Aveyron, de la Dordogne qu'on prépare ainsi cette couleur. Dans le Calvados et la Seine-Inférieure on en prépare une de qualité inférieure qu'on nomme *vouède*. Astruc a traité l'isatis comme l'anil, et dit en avoir extrait une poudre bleue d'in-

digo. M. Gren a décrit un procédé pratiqué en Allemagne pour changer, par la fermentation, l'isatis en indigo; ce procédé qui réussit, qui a de même eu du succès depuis dans les Essais de Dambourney, quoiqu'il ne connût pas celui d'Allemagne, a les plus grands rapports avec le procédé du véritable indigo. Il y a une forte fermentation dans la trempoire; il se forme beaucoup d'écume, il se présente une pellicule bleue, dorée à la surface; la liqueur est très-sujette à se pourrir, et demande beaucoup d'attention pour l'éviter. On en sépare la fécule par le battage, et l'addition de la chaux; on le sèche à l'ombre. Il est évident que l'isatis se comporte comme l'anil, et donne un bleu analogue, mais plus tendre et moins riche. On l'emploie à la teinture comme l'indigo, il en faut beaucoup plus. Souvent on le mêle avec lui dans des cuves qu'on nomme de pastel en raison de cette addition. Quoiqu'on n'ait pas fait sur le pastel et le vouède les mêmes recherches que sur l'indigo, ce qu'on a vu suffit pour prouver que ces deux matières colorantes, préparées et employées de même, sont d'une nature fort voisine.

C. Il n'en est pas de même de la mauvaise couleur bleue connue sous le nom de *tournesol*, que l'on fabrique au Grand-Gallargues dans le ci-devant Languedoc, en imbibant des chiffons avec le suc du *croton tinctorium*. Ces chiffons, qu'on nomme tournesol en drapeaux, transportés en Hollande, sont, à ce qu'il paraît, décolorés et réduits en pâte avec de la soude; on en forme les pains de tournesol, dans lesquels j'ai trouvé constamment de la soude qui leur donne la couleur bleue violette qu'on lui connaît, et qui me paraissent être rouges, bleuis ou rendus violets par la présence de l'alcali. Cette mauvaise couleur, extrêmement altérable, et devenant rouge par le contact des acides les plus faibles, comme par beaucoup d'autres corps, est fort éloignée de la fécule bleue de l'indigo; elle ne sert qu'à colorer des papiers communs, et donne sur les toiles une foule de nuances ou de taches qui se détruisent promptement à l'air et au soleil.

27. Les rouges de teinture, c'est-à-dire les matières colorantes rouges qu'on peut extraire des végétaux, et qui sont employées pour teindre de cette nuance, sont beaucoup plus nombreux que les bleus proprement dits. On compte dans ce genre la garance, l'orseille, le carthame, le bois de Brésil et le bois d'Inde.

A. La *garance*, *rubia tinctorum* de Linné, fournit dans sa racine et dans ses tiges bien nettoyées, séchées, broyées et tamisées, une poussière jaune-fauve ou rougeâtre, dont on tire par l'eau bouillante une partie seulement de la couleur, et le tout avec de l'eau aiguisée d'alcali. Elle est donc de la nature des extractifs oxigénés; elle est aussi soluble dans l'alcool. L'alcali donne à cette teinture une couleur violette, les sels une belle couleur rouge. On ne l'emploie qu'avec des mordans. La différence des tissus influe beaucoup sur celle des nuances qu'on en obtient. Dambourney, Beckmann, Wath et Wogler ont fait beaucoup d'essais intéressans sur l'emploi de cette matière. Scheffer, Guhliche, Poerner, les citoyens Berthollet et Chaptal l'ont aussi examinée avec soin. C'est avec elle qu'on prépare le fameux coton rouge d'Andrinople. On en fait aujourd'hui en France de plus beau et de plus éclatant encore. Il paraît que la garance, comme le carthame, contient deux matières diverses, l'une rouge et l'autre fauve. Sa décoction donne des pellicules insolubles, et qui se déposent comme celles qui recouvrent les extraits. Elle a la propriété de colorer les os des animaux à qui on en donne parmi leur nourriture. Tout ce qui tient à ses propriétés et à ses usages n'intéressant que l'art de la teinture, et n'offrant encore que peu de résultats généraux pour la science, je ne dois pas m'étendre davantage ici sur cet objet. Quelques chimistes modernes y soupçonnent la présence d'un acide.

B. L'*orseille* est une espèce de pâte de rouge violet que l'on prépare dans les Canaries et au cap Vert avec le *lichen roccella*, et dans les départemens du Puy-de-Dôme et du Cantal, avec

le *lichen parellus* ou la parelle ; on nomme le premier *orseille d'herbe*, et le second *orseille de terre*. Celui-ci est très-inférieur en qualité au premier. C'est en laissant macérer ces lichens, séchés d'abord et pulvérisés avec l'urine et la chaux, qu'on obtient l'orseille. L'art de le préparer n'est pas encore décrit avec exactitude, et il consiste dans quelques manipulations particulières qui paraissent essentielles. On en faisait autrefois de très-bon à Florence : Micheli en a indiqué la préparation, et c'est d'après lui que Hellot la rapporte. L'orseille donne sa couleur à l'eau, aux alcalis et à l'alcool. Cette dernière teinture est spécialement employée pour les thermomètres ; sa couleur se dissipe dans le vide et reparaît à l'air. L'infusion d'orseille est violette ; les acides la rougissent ; l'alun y forme un précipité d'un rouge brun ; le muriate d'étain un précipité rougeâtre. Appliquée au marbre à froid, cette infusion lui donne une belle couleur violette qui dure, suivant Dufay, plusieurs années sans altération à l'air. On teint avec l'orseille, en plongeant les étoffes dans sa simple infusion. Mais cette teinture est peu durable ; on ne doit s'en servir que pour relever le ton et donner plus d'éclat à d'autres couleurs ; les teinturiers, séduits par la beauté de sa couleur, abusent souvent de cette matière ; la dissolution d'étain lui fait imiter l'écarlate, et la rend la plus solide et la plus durable possible.

C. La fleur de *carthame*, ou safran bâtard, *cartamas tinctorius* de Linné, quand elle est privée de sa couleur fauve ou jaune par l'eau, donne, à l'aide des alcalis, une autre couleur rouge ou jaune très-foncée. On peut précipiter cette couleur par un acide qui la rend jaune ainsi que la liqueur. Il faut bien laver la fleur, ou même la préparer avec de l'eau avant de la sécher définitivement, pour la priver de sa première partie colorante, et conserver la seconde pure. Ce jaune cependant peut être employé utilement, suivant Beckman, pour teindre les draps. Il assure même que le carthame en contient plus que le bois jaune. On extrait la couleur rouge par les

alcalis, et sur-tout par la soude, et on la précipite sur les étoffes par les acides, et spécialement par celui du citron ; l'acide des bayes du sorbier des oiseaux peut être substitué au suc de citron, qui est fort cher. C'est avec la fécule rouge du carthame ainsi extraite, séchée sur des assiettes, qu'on fabrique le rouge des dames, en le mêlant avec la poudre du talc ou pierre de Briançon, rapée avec des tiges de prêle. On cultive en grand le carthame en Espagne, en Égypte, dans le levant et en Thuringe. C'est une très-bonne acquisition à faire pour la France. Sa graine donne une bonne huile, et engraisse les volailles ; ses tiges nourrissent l'hiver les brebis et les chèvres ; et sa fleur sert sur-tout à la teinture de la soie en rouge, en ponceau, en nacarat, en cerise, en couleur de rose et de chair.

D. Le *bois de Brésil*, nommé aussi fernambouc, bois de Sainte-Marthe, du Japon, de Sapan, suivant les endroits d'où il provient, est cultivé dans l'Isle de France ; celui des Antilles est nommé brésillet ; il est le moins estimé : c'est une des matières les plus employées dans la teinture. Son nom botanique est *cæsalpinia crista*, *cæs. sappan*, *cæs. vesicaria* ; ce sont trois espèces d'arbres qui fournissent les trois variétés indiquées : le vesicaria donne le brésillet. Ce bois rougit à l'air ; il est d'une saveur sucrée ; le plus lourd est le meilleur. L'eau bouillante, l'alcool et l'ammoniaque lui enlèvent toute sa couleur ; il paraît ensuite noir. Ces dissolutions donnent au marbre une couleur rouge qui passe au violet, et se fixe au brun chocolat. Les acides précipitent de sa décoction des flocons d'un rouge fauve. Les alcalis la rendent cramoisie ou violette foncée ; l'alun y forme un précipité rouge cramoisi, et on en obtient un second en ajoutant de l'alcali dans la liqueur. Les dissolutions métalliques y produisent aussi des précipités colorés ; celle du muriate suroxigéné d'étain en donne un d'un beau rose. La décoction de ce bois qu'on nomme *jus* ou *suc* de Brésil dans les ateliers de teinture est plus avantageuse étant

gardée que récente. On teint avec ce jus en imprégnant auparavant les étoffes d'alun et de tartre. Il donne des rouges vifs, résistant assez bien à l'air, mais moins solides que les couleurs de garance. Un acide ajouté à la liqueur avant d'y plonger les étoffes, leur communique un jaune fauve *ventre de biche* très-solide. L'alumine et l'oxide d'étain donnent beaucoup plus de fixité à cette couleur qu'elle n'en a naturellement. Le principe astringent augmente aussi sa solidité. On emploie des alcalis pour en former des violets, mais très-peu durables. Il est utile de réduire ce bois en poudre, parce qu'on en tire alors beaucoup plus de couleur, et on la tire beaucoup plus promptement et facilement. On en prépare avec l'alun, l'amidon, et les alcalis qui précipitent sa décoction, des lacques fort employées pour les papiers peints.

E. Le bois d'*Inde* ou de *Campêche*, *hematoxylum campechianum* de Linné, croît abondamment à la Jamaïque, dont il porte aussi le nom : il est aussi abondant à Sainte-Croix, à la Martinique et à la Grenade. Ce bois ne diffère du bois de Brésil que par les nuances qu'il donne : sa partie colorante est de la même nature, s'éclaircit et jaunit par les acides, se fonce et devient violette par les alcalis, brunit et noircit à l'air, est extrêmement dissoluble dans l'eau, ne peut pas se fixer seule sur les étoffes, demande l'action des mordans, prend de la solidité par les dissolutions métalliques, l'alun et le tartre : c'est, comme celle du bois de Brésil, une couleur extractive, lentement combustible, et se déshidrogénant par le contact de l'air. Il sert spécialement à faire des violets, à donner aux noirs et aux gris du velouté et du lustre ; c'est sur-tout dans la teinture des soies qu'il est employé pour beaucoup de nuances, depuis le lilas jusqu'au violet foncé, à l'aide de la dissolution d'étain. On prépare aussi avec sa décoction, des lacques foncées et assez solides.

28. Quoique les couleurs jaunes soient extrêmement abondantes à la surface des végétaux, et sur-tout que ce soit la

parure la plus commune, la plus durable de leurs fleurs, le nombre des plantes qui fournissent des jaunes dissolubles et applicables à la teinture, n'est pas aussi considérable que le premier aspect semblerait l'indiquer. On connaît sur-tout dans ce genre de couleurs la gaude, le bois jaune, le rocou, la sarrète, le genêt de teinturier, le curcuma, le fustet, la graine d'Avignon et le quercitron : il y en a cependant un assez grand nombre d'autres ; mais il suffit d'indiquer ces espèces, les plus employées et les plus connues.

A. La *gaude* ou *vaude*, *reseda luteola* de Linné. Les tiges de cette plante mûre, séchées et liées en bottes, donnent par la décoction dans l'eau une couleur jaune tirant sur le brun ; étendue d'eau, elle a une nuance de vert. Les acides la pâlissent et les alcalis la foncent ; l'alun y forme un précipité jaunâtre, et la liqueur conserve une couleur citrine. La plupart des sels y donnent un précipité jaune foncé, et la liqueur retient toujours une couleur jaune. La dissolution d'étain y produit un précipité abondant, d'un jaune clair ; la liqueur reste trouble, mais peu colorée. On se sert de la gaude pour teindre la laine, la soie et le coton en jaune ; mais on ne peut y réussir qu'en employant comme mordant le tartre et l'alun. Les nuances varient suivant la proportion des mordans et leur nature. On nomme l'emploi de cette substance colorante *gaudage*. On y ajoute des alcalis, de la chaux, et on y mêle de la garance ou du rocou pour obtenir des nuances diverses d'orangé, de jonquille dans la teinture des toiles nommées peintes ; on emploie le mordant composé d'alun et d'acétite de plomb.

B. Le *bois jaune* vient d'un grand arbre des Antilles, qui croît sur-tout à Tabago ; c'est une espèce de mûrier, *morus tinctoria*. Il est jaune, avec des veines orangées : sa décoction dans l'eau bien chargée est d'un jaune rouge foncé ; étendue d'eau, elle devient jaune orangé. Les acides en précipitent une légère fécule jaune verdâtre, que les alcalis redissolvent

en lui donnant une couleur rougeâtre. La plupart des sels métalliques et l'alun la précipitent, le dernier en jaune peu abondant, le muriate d'étain en beau jaune très-abondant, l'acétite de plomb en jaune orangé abondant, le sulfate de fer en un jaune qui brunit. Ce bois, fendu en éclats ou réduit en copeaux, est employé pour la teinture en le tenant dans un sac au milieu du bain : sa décoction donne au drap, sans autre préparation et sans mordant, un jaune un peu brun, terne, assez résistant à l'air ; tandis que la gaude, également sans mordant, lui communique un jaune pâle peu stable. Les mordans, l'alun, le tartre et le muriate d'étain le fixent en rendant sa couleur plus claire ; le muriate de soude et le sulfate de chaux la foncent ; il forme les mêmes nuances que la gaude. Ce bois est nouvellement connu et bien répandu en Europe ; il est d'un prix modéré : c'est un des plus utiles ingrédiens de la teinture, et sa couleur est assez solide.

C. Le *rocou* ou *roucou* est une pâte sèche et dure, brunâtre à l'extérieur et rouge au dedans, en mottes d'un kilogramme environ, enveloppées de feuilles de roseau. On le fabrique en Amérique avec les semences de l'*urucu*, arbre que Linné nomme *bixa orellana*, qu'on broie dans l'eau, et qu'on y laisse macérer et fermenter. Les Américains, suivant Labat, en préparent une couleur plus belle et plus solide en écrasant et pétrissant fortement ces semences dans leurs mains imprégnées d'huile, en détachant le liniment qui se forme ainsi, et en le faisant sécher au soleil. La décoction de roçou dans l'eau a une odeur forte, très-reconnaissable, et une saveur désagréable. Sa couleur est d'un rouge jaunâtre. Il se dissout mieux dans l'alcali, et sa couleur est alors jaune orangée plus claire. L'alcool le dissout aussi très-bien, et il entre dans les vernis légèrement orangés. Les acides précipitent sa dissolution alcaline en orangé, ainsi que l'alun, qui y forme une lacque orangée foncée, abondante. Le muriate suroxigéné d'étain y produit un précipité d'un jaune citron, qui se dépose lentement. On le

traite par les alcalis pour les teintures jaunes : il ne donne sur la laine qu'une couleur fugace. Il est bien plus utile et bien plus employé pour la soie, qu'on y tient simplement plus ou moins plongée, après l'avoir cuite avec le cinquième de son poids de savon : on lui donne ainsi une couleur aurore. En l'imprégnant ensuite de vinaigre ou d'alun, on la rend orangée. On l'emploie quelquefois à froid : on s'en sert aussi pour le coton qu'on teint en orangé à l'aide du tartre, comme mordant.

D. La *sarrète*, *serratula tinctoria* de Linné, donne sans mordant une couleur jaune verdâtre, sans solidité ; l'alun la fixe et en modifie la couleur en un jaune solide et agréable. Le sulfate de chaux lui donne, suivant Poerner, une nuance plus foncée ; le muriate d'étain l'avive beaucoup, selon Scheffer.

E. Le *genêt* des teinturiers ou la *genestrole*, *genista tinctoria* de Linné, plante très-commune dans les lieux secs et montueux, donne un jaune beaucoup moins beau que celui de la gaude et de la sarrète ; il acquiert assez de solidité par l'alun, le tartre et le sulfate de chaux.

F. Le *curcuma* ou *terra merita*, *curcuma longa* de Linné, contient dans sa racine qu'on nous apporte des Indes orientales, mais qui croît aussi dans quelques-unes des Antilles, une partie colorante jaune, orangée, très-éclatante, très-belle, très-abondante, mais très-peu stable et très-fugitive. L'eau l'extrait très-facilement : les mordans même ne lui donnent qu'une fixité insuffisante. Le muriate de soude et d'ammoniaque sont ceux qui réussissent le mieux, mais ils la portent au brun : on ne peut l'employer qu'en poudre. On ne s'en sert que pour communiquer une nuance dorée et brillante aux jaunes de gaude, et une orangée à l'écarlate ; mais ces nuances disparaissent promptement à l'air. Le curcuma est utile en chimie pour indiquer la présence des matières alcalines qui le font passer à un fauve pourpré ou brun avec une très-grande

énergie. On en colore des papiers avec de la colle mêlée à la décoction de cette racine.

G. Le *fustet*, *rhus cotinus* de Linné, est un bois orange et verdâtre, chatoyant, qu'on emploie en copeaux pour la teinture, et qui donne une belle couleur orangée non solide. On ne s'en sert que pour obtenir des nuances jaunes orangées, avec d'autres matières colorantes qui rendent la sienne plus fixe et plus durable. On l'allie sur-tout avec la cochenille pour avoir des jonquillés, des dorés, des chamois.

H. La *graine d'Avignon* est la baie du *rhamnus infectorius* de Linné, ou de l'épine-cormier; elle donne un jaune assez beau, mais sans aucune solidité. On ne s'en sert qu'avec des mordans et en la traitant comme la gaude. On en prépare une espèce de laque jaune brillante, qu'on emploie en peinture, pour les papiers, pour les bois qu'on veut jaunir.

I. Le *quercitron* est l'écorce d'un chêne jaune de la Nouvelle-Angleterre, que M. Bancroft a fait connaître et a proposé de substituer à la gaude, sur-tout pour l'impression des toiles: elle est beaucoup plus riche en couleur que cette plante, et une partie peut en remplacer dix. On ne la fait qu'infuser dans l'eau tiède; on en fixe la couleur jaune sur la laine avec l'alun et le muriate d'étain: celui-ci lui donne beaucoup d'éclat. Les manufacturiers anglais de toiles imprimées, préfèrent cette écorce à la gaude, comme plus économique et laissant mieux les fonds se blanchir. Dambourney avertit qu'on en obtient les avantages énoncés par M. Bancroft, en donnant préalablement à la laine un apprêt avec le muriate d'étain: c'est une très-bonne acquisition pour la teinture.

29. Les parties colorantes végétales qui donnent la nuance fauve aux étoffes sont extrêmement multipliées; ce sont en général toutes les matières astringentes: employées seules et sans apprêt ou sans mordans, elles déposent leur partie colorante sur les tissus. Les espèces principales de ce genre sont le brou de noix, la racine de noyer, le sumac, l'écorce

d'aulne, le santal, la suie, et sur-tout la noix de galle. Toutes les écorces contiennent plus ou moins de ce principe colorant de la nature de l'extractif oxigéné : aussi dans les nombreuses expériences décrites par le laborieux et l'estimable Dambourney *sur les teintures solides des végétaux indigènes*, ce sont toujours des couleurs placées entre le jaune et le brun, des carmélites, des olives, des canelles, des marrons qu'il a obtenus, soit par ces matières végétales employées seules, soit en les modifiant par différens mordans.

A. Le *brou de noix*, ou l'espèce de chair qui recouvre le noyau, est blanc et noircit à l'air, comme tout le monde le sait. Cette noirceur adhère aux doigts et ne s'enlève qu'avec difficulté; plongé dans l'acide muriatique oxigéné faible, il y brunit sur-le-champ. Sa décoction filtrée devient brune à l'air, et donne par l'évaporation, des pellicules insolubles, comme résineuses, presque noires; c'est la matière colorante altérée par une légère combustion et presque charbonnée; l'alcool précipite cette décoction; l'acide muriatique la noircit; le muriate d'étain y forme un précipité abondant, fauve cendré; l'alun n'y donne presque rien; le sulfate de fer la rend presque noire. Le brou de noix a une action vive sur le fer, il le dissout et forme de l'encre; sa partie colorante a une grande disposition à s'unir à la laine, et lui donne une couleur noisette ou fauve, à la solidité de laquelle les mordans ajoutent peu. C'est une matière colorante excellente; elle fournit des nuances agréables et très-solides; elle conserve la douceur de la laine et n'exige aucun apprêt. Aux Gobelins, un des plus beaux établissemens de teinture qui existent, on ramasse le brou de noix frais dans des tonneaux, on le recouvre d'eau; on le conserve un ou deux ans avant de servir, et on remarque qu'il fournit alors plus de matière colorante; les mordans ou les oxides et les dissolutions métalliques varient sa nuance.

B. La racine de noyer, et sur-tout son écorce ont présenté les mêmes propriétés au citoyen Berthollet; elles donnent les

mêmes nuances ; il ne faut qu'en augmenter la quantité, l'employer en copeaux enfermés dans un sac, comme tous les corps ligneux et durs qui peuvent s'attacher aux étoffes et les déchirer. Elles ont l'inconvénient de donner souvent des nuances inégales, ainsi que toutes les matières solides dont la partie colorante ne se distribue pas également dans la liqueur ; on l'évite en ménageant bien le feu.

C. Le *sumac*, *rhus coriaria* de Linné, est cultivé abondamment en Espagne, en Portugal et dans le midi de la France pour les usages de la teinture. On coupe tous les ans ses rejetons jusqu'à la racine ; on les fait sécher et on les moud pour la teinture et la tannerie. Son infusion d'une couleur fauve un peu verte, brunit promptement à l'air ; les acides la jaunissent ; l'alun la trouble ; l'acétite de plomb y forme un précipité abondant, jaunâtre, qui brunit. Le sumac, comme la noix de galle, décompose le nitrate d'argent, et en réduit le métal sur-tout par le contact de la lumière : c'est celui de tous les astringens dont les propriétés se rapprochent le plus de celles de la noix de galle ; seulement son précipité noir avec les dissolutions de fer est moins abondant que celui de ce corps. Il peut la remplacer en augmentant la proportion jusqu'au double : il donne par lui-même une couleur fauve tirant sur le vert. L'acétite d'alumine, mordant commun des imprimeurs sur toile, lui fait prendre un jaune beau et solide : sa couleur est si fixe qu'on ne peut pas blanchir la toile sur le pré ; de sorte qu'on ne l'emploie que dans les toiles à fond coloré, dont on varie les dessins et les nuances par divers moyens.

D. L'écorce d'aulne, *betula alnus* ou *alba*, donne une décoction d'un fauve clair qui brunit et se trouble promptement par le contact de l'air et l'absorption de l'oxigène, ainsi que tous les astringens. L'alun y forme un précipité jaune abondant ; le muriate d'étain un précipité également abondant et d'un jaune plus clair. Les sels ferrugineux la convertissent en

encre ; elle dissout très-bien l'oxide de ce métal : on s'en sert aussi pour les cuves de noir dans la teinture des fils.

E. Le *santal rouge*, le seul qu'on emploie en teinture, est un bois solide, compact, pesant, qui vient de la côte de Coromandel, qui brunit par son exposition à l'air. Sa poussière fine donne à l'eau bouillante une couleur fauve, brune, tirant sur le rouge ; il se dissout mal quand il est seul, mais très-bien avec le brou de noix, le sumac, la noix de galle : sa couleur est solide, et modifie utilement celle de ces autres matières. Vogler ayant trouvé que l'alcool étendu d'eau dissolvait mieux la matière colorante du santal que ne le faisait l'eau, a employé cette dissolution pour teindre des échantillons de laine, de soie, de coton et de lin imprégnés auparavant de dissolution d'étain, lavés et sechés : ils ont pris un rouge ponceau ; l'alun leur a fait prendre une belle couleur écarlate ; le sulfate de cuivre un cramoisi clair ; le sulfate de fer un violet foncé. La teinture alcoolique agit à froid ; après l'avoir mêlée avec l'eau, il faut employer une ébullition légère.

F. La *suie* donne à la laine une couleur brune ou fauve, plus ou moins foncée, mais qui est fugitive, et qui ne fait que s'attacher à sa surface, sans s'y combiner ; elle la durcit, lui laisse une mauvaise odeur : on s'en sert cependant pour brunir quelques couleurs et pour obtenir quelques nuances qu'on n'obtiendrait que très-difficilement avec d'autres matières. Ce qu'elle a d'important ici par rapport à l'histoire des matières colorantes végétales, c'est qu'elle peut jeter du jour sur la nature de ces matières, et prouver que le corps huileux dont la suie est en partie formée est une des substances qui se rapprochent le plus de ces parties colorantes.

G. Mais aucune des matières teignantes en fauve dont il vient d'être fait mention n'approche de la *noix de galle*, par son influence dans la coloration ; c'est elle qui fait la première et la plus forte de ces teintures. On sait que la

noix de galle est une excroissance formée sur les feuilles, les pétioles et les petites branches du chêne rouvre, *quercus robur*, piqués par un insecte. C'est dans le Levant que vient la meilleure noix de galle, et on ne se sert pas de celle de France. Sa saveur est âcre, acerbe, et extrêmement astringente ; elle peut servir au tannage des peaux, quoique faiblement. Sa nature, ses propriétés et ses effets ont été successivement examinés par Macquer, Lewis, Monnet, les chimistes de Dijon, Schéele, les citoyens Berthollet, Deyeux, et M. Proust. On l'a d'abord rangée à la tête des astringens, et on a attribué son effet sur le fer et ses dissolutions qu'elle noircit, à sa propriété astringente, qu'on croyait exister de même nature dans les autres végétaux acerbes. On a vu son principe colorant le fer en noir, se sublimer par la distillation, passer dans ses divers produits, se communiquer aux acides et aux alcalis par lesquels on la traitait, se porter immédiatement sur le fer à l'état de métal. Schéele en a tiré ensuite un acide particulier qui a déja été examiné ci-dessus, sous le nom d'*acide gallique*. On a reconnu depuis que cet acide pouvait être obtenu par la sublimation, qu'il précipitait toutes les dissolutions métalliques, qu'il en rapprochait les oxides de l'état de métaux, qu'il colorait aussi le fer en noir. Le citoyen Berthollet a fait voir de plus que cet acide n'est pas la seule substance astringente ou le principe de cette propriété ; que chaque astringent agissait d'une manière particulière sur les dissolutions de fer; que les uns le précipitaient en brun, les autres en vert foncé, les autres en pourpre ou en violet, et d'autres en bleu noirâtre ; que la noix de galle laissait une grande quantité de charbon après son analyse ; que cette surabondance de charbon contribuait beaucoup à la coloration en noir, en restant seul et solide après la combustion de l'hidrogène. Depuis, M. Proust a remarqué que la partie astringente de la noix de galle ne noircissait bien que l'oxide de fer très-oxidé ou rouge; qu'elle n'agissait pas sur les sels de fer trop peu oxidés; qu'on gagnait beaucoup pour préparer les cou-

leurs noires, à employer le sulfate de fer rouge. Telles sont les bases sur lesquelles on peut établir les nombreuses utilités de la noix de galle dans la teinture.

On verra, dans un des articles suivans, que la noix de galle contient avec l'acide gallique, outre l'extractif et le mucilage, une certaine proportion d'un principe particulier nommé *tannin*, qu'on peut séparer de ces diverses matières dissoutes avec lui dans une décoction de noix galle, par les acides, les alcalis et les sels.

F. *Usages.*

30. Les matières colorantes végétales ont, comme on l'a vu, pour principal usage de servir à la teinture, et quelquefois à la peinture, après avoir été extraites et préparées en matières solides ou en laques. L'art de teindre est un des plus beaux qui existent; c'est un de ceux par lesquels l'industrie humaine se montre au plus haut degré de perfection, et dont les produits imitent, s'ils ne surpassent pas même ceux de la nature. Il donne la mesure de la prospérité et de l'avancement des peuples chez lesquels il est exercé. Si la pourpre de Tyr a illustré cette ville dans l'antiquité, combien les nations modernes ne sont-elles pas supérieures, à cet égard, à ce que tous les peuples anciens ont fait de plus beau et de plus grand, soit dans la multiplicité et la variété des couleurs, soit dans leur solidité, la finesse et le nombre des procédés qu'elles emploient, ainsi que par l'usage si commun de toutes les étoffes teintes, qui n'étaient encore chez les Romains que la marque des dignités consulaires ou patriciennes, ou seulement le partage des riches, tandis que chez nous rien n'est plus commun que les couleurs les plus brillantes et les plus durables.

ARTICLE XX.

Du dix-septième des matériaux immédiats des végétaux ; de l'albumine végétale.

1. Aucun auteur de chimie n'a encore compté parmi les principes ou les matériaux immédiats des végétaux la substance que je nomme *albumine végétale*, quoique depuis plus de quarante ans les chimistes, et sur-tout ceux de l'école de Rouelle, aient reconnu plusieurs matières végétales et même des plantes entières qui avaient des caractères de substances animales. On se rappelle ce que j'ai déja dit plus haut, à cet égard, de l'extractif et du glutineux. Je viens de faire voir encore, dans l'article précédent, que la plupart des substances végétales colorantes donnaient de l'ammoniaque à l'analyse, contenaient de l'azote, et que c'était vraisemblablement par cette analogie de nature primitive qu'elles avaient tant d'attraction pour les matières animales.

2. Pour bien concevoir ce que j'entends par l'albumine végétale, je dois dire ici qu'on nomme particulièrement albumine dans le corps des animaux une matière liquide, filante et visqueuse, d'une saveur fade, dissoluble dans l'eau froide, concrescible et solidifiable par la chaleur, abandonnant l'eau et s'en séparant sous forme de flocons quand on la chauffe, verdissant le sirop de violettes, dissoluble par les alcalis, et spécialement par l'ammoniaque, se putréfiant sans passer par l'état acide, donnant du gaz azote par l'acide nitrique avant de passer à l'état d'acide oxalique. S'il se présente dans l'analyse végétale une matière qui réunisse ces propriétés, il est évident qu'elle méritera et devra porter le nom d'*albumine*, tiré du mot *albumen*, blanc d'œuf, qui les réunit éminemment.

3. Les premières observations qui m'ont fait soupçonner en 1787, et bientôt ensuite reconnaître avec précision, la présence d'une matière albumineuse dans les végétaux, ce sont les phénomènes que m'ont présentés les défécations des sucs des plantes vertes les plus colorées. Pour déféquer les sucs de cochléaria, de cresson, de becabunga, on sait qu'il suffit de plonger les bouteilles qui les contiennent dans l'eau chaude, entre soixante et quatre-vingts degrés du thermomètre de Réaumur, et même un peu au-dessous de cette température. Bientôt la fécule verte qui en trouble la transparence se concrète et se rassemble en petits flocons solides presque arrondis, qui viennent nager à la surface des liquides végétaux, ou se déposent au fond, et s'en séparent très-facilement par la seule filtration. Je conçus alors que ce genre de défécation employée pour ne pas altérer les sucs et leur enlever la partie la plus volatile qui les caractérise, ne pouvait dépendre que de la propriété de se coaguler par l'action du calorique, et que comme cette propriété appartenait exclusivement à l'albumine, elle indiquait, d'une manière non équivoque, sa présence dans les sucs des plantes antiscorbutiques.

4. J'ai confirmé le premier aperçu par des expériences directes. La matière féculente de ces sucs, coagulée par la chaleur, ne pouvant pas être regardée comme de l'albumine pure, en raison de sa couleur verte, j'ai essayé d'en séparer la partie colorante, et j'y suis parvenu par le procédé suivant. Du suc de cresson jeune, filtré à froid à travers un papier blanc non collé, et immédiatement après avoir été exprimé, a laissé sa fécule grossière sur le filtre, et a passé clair mais coloré d'un beau vert : exposé à l'air dans un vase plat, à une température atmosphérique de vingt-trois degrés réaumuriens, il s'est troublé en deux heures et a changé de couleur ; une fécule d'un vert foncé, beaucoup plus fine que la première, nageait comme une sorte de poussière floconeuse au milieu de ce suc : filtrée une seconde fois, cette seconde

fécule a resté sur le papier, et le suc n'était plus que d'un vert très-pâle. Je l'ai plongé alors dans un bain-marie dont l'eau était bouillante ; en quelques minutes il s'est troublé, et il s'en est séparé une grande quantité de petits grumeaux blanchâtres. Une autre portion du même suc, laissée à l'air, m'a présenté, au bout de deux jours, des flocons gris, semblables aux précédens. L'acide sulfurique a séparé d'une troisième portion du suc décoloré des grumeaux concrets de la même matière. Il est évident que Rouelle a pris cette albumine des sucs de plantes pour du glutineux.

5. Ces flocons déposés spontanément à l'air, séparés par le feu ou par l'acide, lavés avec soin dans beaucoup d'eau distillée froide, m'ont offert dans leur examen la plus grande partie des propriétés de l'albumine en partie concrète. Les alcalis les ont promptement et facilement dissous ; l'eau bouillante ne les a point attaqués, et leur a donné plus de solidité qu'ils n'en avaient d'abord ; ils ont verdi sensiblement le papier teint avec les fleurs de mauve : distillés, ils ont fourni de l'ammoniaque ; macérés dans un peu d'eau et laissés dans un air chaud, ils se sont gonflés, ramollis, ont exhalé une odeur ammoniacale fétide, et ont donné tous les signes de la putréfaction la plus forte. C'est à cette albumine qu'est due sans doute la facilité avec laquelle les sucs des plantes crucifères s'altèrent si vîte et répandent une odeur si infecte en se corrompant. Une portion de cette fécule albumineuse de cresson, exposée à un air sec et chaud après l'avoir bien desséchée par la pression dans des papiers fins et non collés, a pris une sorte de ductilité et de transparence analogues à celles des colles ; en un mot, elle s'est comportée absolument comme l'albumine animale, dont elle ne différait que par moins de liant et de viscosité.

6. Les sucs de chou, de cochléaria, de becabunga ont donné par la chaleur une concrétion albumineuse parfaitement semblable à celle du cresson. La racine de patience m'a

offert, relativement à ce principe, un fait très-remarquable. Je voulais préparer l'extrait de patience avec des racines jeunes et petites de cette plante ; je trouvai ces racines si chargées de suc, que je les fis réduire en pulpe et exprimer ; le suc exprimé était sans couleur et sans saveur amère ; évaporé, je n'en obtins pas d'extrait, mais il s'en sépara beaucoup de petits flocons concrets et blancs, assez semblables à ceux qui se déposent du petit lait, *serum lactis*, pendant sa clarification. Une partie de ces flocons se précipita au fond de la liqueur, une autre s'éleva en écume à la surface du suc. Je leur trouvai en les examinant toutes les propriétés de l'albumine.

7. Une autre circonstance où j'ai également reconnu la présence de l'albumine dans les matières végétales, c'est l'analyse de l'eau du lavage de la farine de froment ; lavage par lequel le glutineux reste pur, la fécule amilacée se précipite en poudre blanche au fond de l'eau, et une matière mucoso-sucrée se dissout dans ce liquide. En évaporant cette eau très-claire et sans aucun corps étranger, il s'en sépare des flocons blancs d'une substance concrète, qui se rassemblent aussi en écume légère à la surface de la liqueur. Ces flocons, bien séparés et lavés, m'ont présenté tous les caractères de l'albumine. Voilà donc deux substances animales dans la farine, le glutineux et l'albumine.

8. J'ai trouvé des traces de l'albumine dans toutes les fécules vertes, ou plutôt dans les sucs végétaux chargés d'une grande quantité de cette fécule, et en général dans toutes les plantes bien vertes, les bois jeunes, les tiges de l'année ; je n'en ai point pu extraire du bois fait, quoique la fétidité ammoniacale qu'il donne quand il est macéré long-temps dans l'eau, y annonce sa présence, mais dans un état concret et indissoluble. Aucun végétal acide ne m'en a non plus offert le plus léger vestige, tandis que tous les sucs de cette nature sont surchargés de mucilage gommeux ou comme gélatineux, qui s'en dépose promptement. On dirait qu'ici, comme dans le traitement

des matières animales, l'albumine est dissoute et changée en gélatine par les acides.

9. Depuis que j'ai publié mes premières recherches sur cet objet, les citoyens Deyeux et Vauquelin ont décrit les propriétés qu'ils ont trouvées dans plusieurs sèves d'arbres ; et d'après le récit et la comparaison de leurs expériences, il n'est pas difficile de reconnaître qu'ils ont trouvé de l'albumine dans ces liquides. Il paraît même que c'est cette portion d'albumine que le citoyen Deyeux a prise pour du glutineux, avec lequel d'ailleurs elle a d'assez grands rapports, soit dans ses caractères chimiques, soit dans sa nature intime.

ARTICLE XXI.

Du dix-huitième des matériaux immédiats des végétaux ; du ligneux.

1. Il n'y a pas long-temps encore que les chimistes commencent à regarder la matière ligneuse comme un principe particulier des végétaux ; ils croyaient auparavant que c'était une espèce de terre, et ils le traitaient ou plutôt le délaissaient comme tel dans toutes leurs expériences. C'est ainsi qu'après avoir épuisé les matières végétales solides par la décoction dans l'eau et par l'action de l'alcool, ce qui restait intact et indissoluble après ce mode d'analyse était pour eux une substance terreuse, un *caput mortuum* qu'ils négligeaient absolument. Cependant sa propriété combustible aurait dû les détourner de cette idée, et les engager à examiner cette substance particulière. Quelques-uns, et j'ai été moi-même de cet avis dans les premiers temps de mes travaux, avaient com-

mencé à le reconnaître comme un corps différent de la terre, en le comparant aux fécules; mais de nouvelles recherches ont changé bientôt mon opinion à cet égard, et je vais faire connaître celle qu'elles m'ont engagé à adopter, en énonçant les résultats de mes expériences, qui offriront les propriétés distinctives du corps ligneux.

2. Après avoir épuisé une matière végétale solide, et sur-tout un bois, une écorce, une racine ligneuse, de tout ce qu'elle peut contenir de dissoluble dans des réactifs qui n'agissent que comme dissolvans, et qui n'altèrent point la nature intime de la portion non dissoute: par exemple, après avoir fait bouillir cette matière dans de grandes quantités d'eau, jusqu'à ce que celle-ci sorte sans aucune couleur ni saveur, et sans rien contenir, il reste un corps pulvérulent, ou fibreux, ou lamelleux, plus ou moins coloré, assez pesant, insipide et inodore, indissoluble, et qui, à raison de ces propriétés, a été considéré autrefois comme une terre. L'eau bouillante n'ayant aucune action sur ce corps, et ne pouvant ni le ramollir ni le fondre, j'ai pensé qu'il s'éloignait assez par là de la fécule amilacée, de laquelle je l'avais jusqu'alors rapproché, et je l'ai considéré comme le squelette végétal.

3. Cette matière, que je nomme le ligneux ou le corps ligneux, présente des propriétés qui la distinguent de toutes les autres substances végétales, de tous les matériaux immédiats qu'on retire des plantes. Quand on la chauffe avec le contact de l'air, elle noircit sans se fondre ni se boursoufler; elle exhale une fumée épaisse et d'une odeur âcre, piquante, particulière, et en partie ammoniacale; elle laisse un charbon qui retient sa forme, et d'où on extrait, après l'avoir réduit en cendre, des matières salines, sur-tout un peu de potasse, de sulfate de potasse, de sulfate de chaux et de phosphate de chaux. Quand on la distille à la cornue, on en retire de l'eau, un acide particulier empyreumatique connu sous le nom d'*acide pyroligneux*, de l'huile en partie épaisse, concrète et empyreu-

matique; du gaz hidrogène carboné et acide carbonique, et une portion d'ammoniaque combiné avec l'acide pyroligneux. Le charbon qui reste après cette distillation a constamment la forme du bois ou des fragmens de bois qu'on a mis en distillation, et il se comporte comme celui qu'on obtient en chauffant le corps ligneux avec le contact de l'air. L'ammoniaque, l'un des produits constans du corps ligneux, prouve que cette matière solide contient de l'azote parmi ses principes primitifs, et j'ai trouvé qu'il en donnait environ un centième de son poids. Je ne doute pas qu'on ne rencontre quelque bois qui en fournira davantage.

4. Un des caractères qui distinguent le plus essentiellement le corps ligneux consiste dans la propriété qu'il a de donner, par l'action du feu, un acide particulier, différent de ceux qu'on obtient dans les analyses de tous les autres matériaux immédiats des végétaux, et qui a été nommé, à cause de cela, dans la nomenclature méthodique, *acide pyroligneux*. Je l'ai seulement énoncé dans l'exposé systématique des acides, et je dois en offrir ici les propriétés, comme étant le produit constant de l'action du feu sur la matière végétale que j'examine dans cet article. Boerhaave l'a le premier distingué sous le nom d'*esprit acide du bois*, et il a remarqué que les bois durs, sur-tout celui de gayac, en fournissaient le plus. M. Goetling en a donné un examen particulier en 1779 dans les annales de chimie de M. Crell, et les académiciens de Dijon ont répété avec succès ses expériences.

5. Tous les bois, quels qu'ils soient, donnent cet acide par la distillation; il suffit, pour l'obtenir, de distiller ce corps en copeaux dans une cornue de fer ou de grès : on choisit sur-tout le hêtre, le chêne ou le bouleau. On a une liqueur rougeâtre, très-odorante, très-piquante; on arrête la distillation au moment où l'huile, qui colorerait et altérerait ce produit, commence à passer; ou bien on le rectifie par une seconde distillation faite à un feu doux et bien ménagé : on

retire ainsi jusqu'à un tiers de liqueur acide de bois. Quand cet acide est pur, il n'est que d'une couleur ambrée, sans être ni huileux, ni empyreumatique ; sa pesanteur spécifique est à celle de l'eau distillée :: 49 : 48.

6. Dans les anciennes manières de distiller le bois, lorsqu'on en recueillait et qu'on en mêlait, ou qu'on en laissait confondus les divers produits dans les récipiens où on les recueillait, on en séparait ensuite l'esprit acide à l'aide d'un entonnoir ; on faisait passer d'abord un peu d'huile pesante qui occupait la tige de ce vaisseau, ensuite venait la liqueur acide d'une couleur rouge plus ou moins foncée ; puis une autre portion d'huile qui se tenait à sa surface. Ainsi l'on pouvait séparer, par le simple moyen mécanique, trois produits divers dans des vaisseaux différens, en les recevant à part en raison de leur pesanteur spécifique différente. L'acide liquide qu'on obtenait ainsi était très-coloré et impur ; il contenait une portion d'huile en dissolution, qui s'en précipitait peu à peu en gouttes brunes et pesantes ; il répandait une odeur âcre d'empyreume avec celle qui lui était propre. On peut le rectifier aisément en le distillant au feu de lampe ou de sable dans une cornue ; par là on le sépare de l'huile empyreumatique qui l'altère ; on l'obtient en liquide jaune ambré, et n'ayant plus l'odeur fétide du premier produit.

7. Cet acide ainsi purifié, rectifié, ou obtenu dès la première distillation faite avec les précautions indiquées, a une odeur assez vive, mais non fortement empyreumatique, une saveur très-acide et un peu âcre ; il rougit fortement les couleurs bleues, et rétablit très-vîte en jaune la couleur du curcuma devenue pourprée par les alcalis. Il se conserve sans altération dans des vaisseaux fermés ; il dépose cependant un peu de matière comme féculente ou légèrement huileuse. En le chauffant dans une cornue, il se décompose et se brûle, comme toutes les substances végétales qu'on traite à grand feu ; il donne de l'eau, de l'acide carbonique, et laisse du

charbon en petite quantité dans la cornue. Chauffé doucement, il se volatilise sans décomposition ; sa volatilité ne paraît pas supérieure à celle de l'eau. L'acide pyroligneux a une odeur piquante manifestement acide qui lui est particulière, et qui le fait reconnaître aisément d'avec toute autre matière odorante.

8. Combiné avec les terres et les alcalis, il forme des sels particuliers et différens de tous ceux qu'on connaît. M. Goëtling s'est servi de pyrolignite de potasse traité par l'acide sulfurique pour extraire l'acide pyroligneux pur. Ce sel s'est beaucoup échauffé avec l'acide sulfurique ; et l'acide pyroligneux séparé ainsi avait perdu son odeur empyreumatique et en avait pris une alliacée. Le citoyen Eloy Boursier, de Clairvaux, a commencé à examiner les attractions électives de cet acide pour les bases terreuses et alcalines. La chaux et la barite l'attirent plus que les alcalis. La chaux paraît tenir le premier rang dans ces attractions ; la magnésie est avant l'ammoniaque. Cet ordre bien constaté suffirait pour distinguer cet acide de tous les autres. Au reste on ne connaît point encore les pyrolignites alcalins et terreux assez exactement pour en offrir une histoire. Il paraît aussi que l'acide pyroligneux agit sur les métaux et leurs oxides à la manière de l'acide acéteux, et qu'on pourra s'en servir dans quelques arts comme on se sert de celui-ci. Il a une action colorante sur les matières végétales et animales ; il rougit et brunit le bois.

9. A ce caractère prononcé du corps ligneux de fournir par la distillation un acide particulier, je réunirai celui de donner par l'acide nitrique du gaz azote, de se convertir en acides malique et oxalique qui se trouvent en partie saturés de chaux, et en acide acéteux. J'observerai même que c'est une des matières végétales qui m'ont donné le plus d'acide oxalique, et que j'ai en conséquence proposé de la substituer au sucre pour préparer cet acide artificiel. J'ajouterai encore que les alcalis caustiques, à l'aide de la chaleur, le

ramollissent, le colorent, le dissolvent en partie et le décomposent.*

10. Aussi il ne peut plus rester de doute sur la nature particulière du corps ligneux : on voit qu'il diffère, par l'ensemble de ses propriétés, de tous les autres matériaux immédiats des végétaux ; qu'il a des caractères bien prononcés ; qu'il doit être regardé comme le dernier produit de la végétation, comme la matière la plus fortement liée dans sa composition intime, la plus insoluble, la plus inaltérable, la plus permanente de toutes celles qui se forment dans les plantes, et que pour en faire l'analyse ou en connaître la nature, il faut en effet employer des moyens plus puissans, des agens plus forts que pour traiter et décomposer tous les autres matériaux des végétaux. Il résulte encore des connaissances acquises sur le corps ligneux, que c'est le principe le plus carboné des végétaux ; que c'est là ce qui le rend si difficile à détruire, et la cause qui donne au charbon qui provient de sa demi-combustion l'organisation du bois telle, qu'on reconnaît et l'espèce de ce bois et le nombre de ses couches annuelles.

ARTICLE XXII.

Du dix-neuvième des matériaux immédiats des végétaux ; du tannin.

1. On confondait autrefois la matière végétale particulière, nommée aujourd'hui *tannin*, avec ce qu'on désignait par le nom de *substance astringente*, de *principe astringent*. Le citoyen Seguin, dans ses recherches sur l'art de tanner les peaux, est le premier qui a distingué ce principe d'avec l'acide gallique qui l'accompagne si souvent dans les substances végétales. Il

l'a sur-tout caractérisé par sa propriété de s'unir aux matières animales, et spécialement à l'albumine et à la gélatine, de les séparer de l'eau où elles sont dissoutes, de les précipiter en flocons fauves indissolubles, et de former avec elles une matière inaltérable qui fait la base des cuirs tannés.

2. On se procure du tannin en lessivant du tan ou des écorces de chêne ou de plusieurs autres végétaux dans l'eau froide. Il se forme ainsi une liqueur rouge foncée, d'une saveur acerbe et âcre, rougissant les couleurs bleues végétales, très-reconnaissable comme contenant un principe particulier par sa propriété de précipiter les dissolutions de colle et d'albumine, toutes les liqueurs animales qui contiennent l'une ou l'autre de ces matières, et de donner ainsi un précipité fauve rougeâtre dont je viens de parler. On reconnaît encore très-aisément le tannin à l'odeur forte qu'il répand lorsqu'il est délayé ou dissous dans l'eau. En évaporant sa dissolution, elle fournit le tannin sec et en espèce d'extrait qui n'a pas perdu ses propriétés, si l'on n'a pas trop chauffé la liqueur, qui est encore dissoluble dans l'eau, qui reprend son odeur forte quand on le délaie, qui se combine avec les matières animales, et qui les tanne ou les rend indissolubles et inaltérables.

3. On trouve le tannin dans une foule d'écorces de bois, de fruits et d'excroissances végétales acerbes. Il existe dans le sumac, le brou de noix, l'écorce et le bois d'aulne, de chêne, de frêne, de plusieurs peupliers, la noix de galle, dans les sèves même de quelques arbres, et en général dans tous les végétaux qui sont astringens ; le quinquina, le simarouba en contiennent une certaine quantité. Toutes les matières végétales qui sont susceptibles de tanner les cuirs, montrent par là qu'elles sont chargées d'une proportion plus ou moins grande de ce principe. On sait que dans les procédés de tannerie la matière propre du tan, le tannin, dissous dans l'eau, et formant sur-tout une dissolution saturée et concentrée, pénètre la peau ramollie,

distendue et débourrée, se combine couche par couche avec la matière gélatineuse et animale, et forme, en quittant l'eau et en s'unissant à la gélatine, une matière solide, de couleur rougeâtre ou fauve, qui rapproche les aréoles membraneuses et cellulaires du tissu cutané, de sorte à le rendre, s'il en était saturé, dur et cassant; que l'on arrête l'opération à différens points, afin de conserver au cuir le degré de souplesse et d'élasticité qu'on veut lui procurer, depuis les peaux de veau les plus molles et les plus ductiles, jusqu'au cuir fort avec lequel on forme les semelles; que cette combinaison exhale pendant long-temps l'odeur du tannin qu'elle recèle. Au reste, je reviendrai sur ce point avec plus de détails et de développemens dans l'histoire des matières animales.

4. Toutes les matières végétales qui contiennent le tannin, plus particulièrement les écorces et le tissu ligneux, dans lesquels la nature le forme et le dépose le plus abondamment, contiennent en même temps plusieurs matières qui lui sont étrangères, et dont il est nécessaire de le séparer pour l'avoir pur et en connaître mieux les véritables propriétés. M. Proust, dans un mémoire envoyé à l'Institut, a donné une méthode ingénieuse pour obtenir ce principe pur, et des expériences intéressantes sur ses caractères chimiques. Il a pris spécialement la noix de galle pour objet de ses recherches. Outre quelques portions de matières extractive et muqueuse, la noix de galle contient dans son tissu ligneux de l'acide gallique et du tannin. L'acide gallique ne précipitant pas le muriate suroxigéné d'étain, tandis que le tannin jouit éminemment de cette propriété, M. Proust en a tiré un parti utile pour séparer ces deux corps et les obtenir en particulier.

5. En versant de la décoction de noix de galle dans une dissolution de muriate suroxigéné d'étain, il s'est fait un précipité jaunâtre abondant. La liqueur filtrée et mise à évaporer, il s'en est séparé une nouvelle portion de ce précipité, que l'auteur a nommé *tannate d'étain*, et elle n'a plus retenu ensuite

que de l'acide gallique, de l'acide muriatique, et un peu d'oxide d'étain. Cette liqueur, mise dans un flacon à moitié plein, et en y faisant passer du gaz hidrogène sulfuré, a donné de l'oxide d'étain sulfuré brun. Exposé ensuite au soleil et à l'air pendant quelques jours, elle a perdu la portion de gaz hidrogène sulfuré qu'elle avait retenue, et en l'évaporant M. Proust en a retiré de l'acide gallique pur.

6. Le précipité formé par le muriate suroxigéné d'étain dans la décoction de noix de galle, ou l'oxide d'étain tanné ou tannate d'étain, étendu et dissous dans beaucoup d'eau au moment où il venait d'être obtenu, s'est décomposé par le gaz hidrogène sulfuré que M. Proust y a fait passer : il s'est précipité de l'oxide d'étain sulfuré, et le tannin pur est resté en dissolution. La liqueur laissée à l'air pour lui faire perdre la portion de gaz hidrogène sulfuré qu'elle contenait, a été évaporée ; sa couleur s'est foncée ; elle a répandu au loin l'odeur qui caractérise le tannin. Sa saveur était très-acerbe, un peu amère sans être désagréable ; elle s'est troublée en refroidissant, et a déposé une poudre brune que la chaleur a de nouveau fait redissoudre ; elle ne s'est ni pourrie ni moisie ; elle paraît résister éminemment à la putréfaction, et c'est pour cela que, suivant la remarque de l'auteur, la décoction de noix de galle, après une forte moisissure, ne contient que du tannin presque pur ; évaporée à siccité, elle a donné une matière brune, sèche, friable, brillante et vitreuse dans sa cassure comme l'aloès, non déliquescente, d'une saveur très-acerbe, dissoluble dans l'eau, et bien plus encore dans l'alcool. C'est du tannin pur sous forme sèche extractive.

7. M. Proust a trouvé, depuis le procédé par le muriate d'étain, une autre manière d'obtenir le tannin pur de la décoction de noix de galle. Ce moyen, meilleur que le précédent, consiste à précipiter cette décoction par le carbonate de potasse en poudre, à laver avec de l'eau bien froide les flocons gris verts que l'on obtient, et à les faire dessécher

ensuite à l'étuve. Le précipité brunit à l'air, devient cassant et brillant comme une résine, et reste néanmoins soluble dans l'eau chaude : c'est du tannin très-pur.

8. La dissolution de tannin purifiée comme il vient d'être dit, versée dans une solution de colle, y forme un magma qui s'exprime sous les doigts, qui est mou, ductile et comme contractile sur lui-même. Il s'alonge et se tire plus que le glutineux de la farine de froment, et forme dans son extension une belle membrane dorée qui se retire en se desséchant, et devient brune et cassante, vitreuse, indestructible, indissoluble dans l'eau et dans l'alcool ; elle reprend ses propriétés et ses caractères en se ramollissant par l'eau chaude : l'albumine animale se précipite par ce principe comme la gélatine, mais elle ne forme pas un magma élastique. On obtient le gluten tanné avec la simple décoction de noix de galle versée dans une dissolution de colle ; mais comme on ne peut plus en séparer le tannin sans décomposer l'une et l'autre de ces matières une fois unies, on ne peut pas se servir de ce procédé pour obtenir le tannin pur et isolé de l'acide gallique, etc.

9. Les dissolutions de plomb précipitant tout à la fois par le tannin et l'acide gallique, ne peuvent pas servir non plus pour séparer ces deux matériaux. Le sulfate de fer rouge forme avec le tannin, suivant le chimiste de Ségovie, un dépôt abondant qui est d'abord bleu sale, et qui devient noir en séchant. Ce précipité diffère beaucoup, suivant lui, du gallate de fer, qui est très-léger, reste long-temps suspendu, et d'un noir semblable à celui de l'encre de la Chine. Le sulfate de fer verd bien pur ne précipite pas plus par le tannin que par l'acide gallique. Le gallate de fer est bien et entièrement dissoluble dans les acides ; le tannate de fer est au contraire décomposé, leur abandonne le fer, et dépose le tannin pur ; tous les acides séparent aussi le tannin de l'eau.

10. Quand on précipite le sulfate de fer rouge par le tannin, une portion de celui-ci désoxide le fer et le fait repasser à

l'état de sulfate de fer verd ; le tannin oxigéné reste en dissolution dans la liqueur : on l'obtient également par l'acide muriatique oxigéné, qui fonce la couleur de la dissolution de tan, et qui lui fait perdre sa propriété tannante. Au reste, M. Proust, qui dit ne pas connoître encore l'état nouveau de ce tannin oxigéné, compare ce principe à l'acide gallique, et trouve entre eux de grandes analogies. Suivant ses expériences, l'acide gallique perd, comme le premier, ses propriétés, et sur-tout celle de précipiter le sulfate de fer en noir. C'est ce qu'il croit se passer dans les encres et les écritures vieilles, où l'acide gallique s'oxigène par le contact de l'air. Peut-être en effet ces deux matériaux ne diffèrent-ils que par une légère proportion de leurs principes, puisqu'ils s'accompagnent constamment dans les végétaux, paraissent se former ensemble, et peut-être même l'un aux dépens de l'autre.

11. Quoiqu'il en soit de leur analogie et de leur rapprochement, il n'en est pas moins certain, dans l'état actuel de nos connaissances, que le tannin est une matière végétale assez répandue, sur-tout dans les végétaux ligneux, presque toujours attachée ou combinée au bois, bien caractérisée par son odeur, sa saveur acerbe, sa propriété de précipiter et de durcir les matières animales, celle de les conserver et de les rendre inaltérables, sa qualité éminemment antiseptique, sa propriété de se colorer à l'air et de teindre en brun et en noir. Il y a lieu de croire que ce principe végétal, bien remarquable, est la source commune et générale de la propriété astringente ; que c'est le foyer principal de la vertu que les médecins nomment *antiseptique* ; que peut-être même c'est la matière qui guérit les fièvres et la périodicité dans les maladies, et qu'enfin toutes les belles et grandes propriétés qu'il présente, outre qu'elles exigaient que j'en traitasse en particulier, appellent l'étude et l'attention des philosophes, des chimistes et des médecins. Il n'y a pas lieu de douter que cette étude conduira à de grandes et utiles découvertes.

ARTICLE XXIII.

Du vingtième des matériaux immédiats des végétaux ; du suber.

1. Je propose de nommer *suber* une matière végétale analogue au liége, et qui présente des caractères chimiques semblables à ceux de ce corps. Cette matière recouvre tous les végétaux et en forme l'épiderme ; c'est une membrane sèche, cassante, mince, demi-transparente, se roulant facilement sur elle-même par le contact de l'air sec, insipide, indissoluble dans l'eau, et séparable cependant de l'écorce par l'absorption de ce liquide et le gonflement qu'il y occasionne. Le liége proprement dit ne paraît être que cette matière plus épaisse, plus condensée, plus accumulée ; de sorte que chaque épiderme d'arbre, considéré sous ce rapport, n'est qu'une couche de liége.

2. Quoiqu'il fût très-probable, d'après le seul aspect et les propriétés externes du liége qui le distinguent assez de toutes les autres matières végétales, que c'était véritablement une substance différente de toutes les autres, ce n'est qu'en 1787 que M. Brugnatelli publia une première observation qui servit à caractériser le liége comme une matière particulière. En distillant de l'acide nitrique sur cette substance, outre la corrosion et la couleur jaune qu'on savait déja qu'il prenait par le contact de cet acide, ce physicien découvrit qu'il se formait un acide particulier, différent de tous ceux qui étaient connus. Le citoyen Bouillon-Lagrange a examiné ensuite cet acide, qui n'avait été qu'annoncé par Brugnatelli, et en a fait connaître plusieurs propriétés, ainsi que celles du liége lui-même. Il était déja connu que le liége est très-léger, très-combustible, qu'il donne une flamme blanche et vive, qu'il

laisse un charbon très-léger, très-noir, boursouflé, qu'il donne un peu d'ammoniaque à la distillation.

3. Quand on veut traiter ce corps par l'acide nitrique, il ne faut pas prendre celui-ci trop concentré ni contenant beaucoup de gaz nitreux, car il est susceptible de l'enflammer. Il se dégage du gaz acide carbonique et du gaz nitreux pendant l'action réciproque du liége et de l'acide. A mesure que le liége se convertit en acide subérique, il se sépare une matière jaune, molle, qui nage à la surface de la liqueur et qui est une matière grasse particulière, assez semblable à une résine ou à une graisse : ce sont les fragmens jaunes qu'on voit nager sur l'acide nitrique dans lequel sont tombés des bouchons de liége.

4. En évaporant l'acide qui a agi sur le liége, il se sépare de petites aiguilles d'un jaune fauve d'acide subérique. Le citoyen Lagrange a employé deux moyens de le purifier : l'un consiste à le combiner avec un alcali, à faire évaporer la dissolution bien filtrée jusqu'en consistance de sirop, à le précipiter ensuite par un acide plus fort tel que le muriatique, et à le bien laver avec l'eau distillée froide. Le second moyen est de faire bouillir l'acide subérique jaune avec un peu d'eau et de la poussière de charbon, de filtrer la liqueur chaude ; l'acide se dépose par le refroidissement, sous forme solide et cristalline ; il est beaucoup moins coloré qu'il n'était d'abord : on obtient le reste en évaporant la liqueur surnageante. Il a une saveur âpre et acerbe ; il rougit les couleurs bleues végétales ; il noircit par le contact de la lumière ; à un feu doux, il se volatilise sans se décomposer ; il se liquéfie par le contact du gaz oxigène ; il se dissout dans l'eau, dont il exige au moins cinquante parties quand elle est froide ; l'eau chaude en dissout bien davantage, et il s'en sépare en partie par le refroidissement sous forme cristalline.

5. Les acides à radicaux simples n'agissent sur l'acide subérique que quand ils sont concentrés, et alors ils le brûlent.

L'alcool le dissout mieux que l'eau, et prend avec lui une odeur d'eau de noyau. Les combinaisons de l'acide subérique avec les terres et les alcalis sont plus ou moins dissolubles : quelques-uns de ces subérates cristallisent bien, d'autres difficilement ; il en est qui restent sous la forme pulvérulente et insoluble, tandis que d'autres sont déliquescens. Les acides forts les décomposent et précipitent de leurs dissolutions l'acide subérique qui s'en sépare en cristallisant.

6. L'acide subérique attaque peu de métaux, si l'on en excepte le fer et le zinc ; il s'unit à presque tous les oxides, et forme avec la plupart des sels indissolubles : il change la couleur des sels de zinc, de fer et de cuivre ; il précipite en blanc les dissolutions nitriques de plomb, de mercure et d'argent. Le citoyen Lagrange a commencé à déterminer les attractions électives de cet acide, et il les a trouvées, par rapport aux bases alcalines et terreuses, dans le même ordre que celles des acides sulfurique, nitrique et muriatique pour ces bases. Il n'a pas pu encore apprécier celles qu'il exerce sur les oxides métalliques.

7. L'écorce de la variété d'orme, comme galleux et raboteux, qui est nommé *orme tortillard*, et qui a l'épaisseur, la mollesse, l'élasticité, la porosité et le tissu du liége, a présenté au citoyen Vauquelin des propriétés fort analogues à celles du liége proprement dit, et quelques essais faits sur l'épiderme de plusieurs arbres m'ont offert des analogies assez marquées avec ce corps épidermoïde du chêne qui fournit le véritable liége, que j'ai cru devoir rapprocher toutes ces matières sous le nom générique de *suber*, comme formant véritablement un des matériaux distincts et constans des végétaux. Il faudra des travaux ultérieurs et des recherches nouvelles pour connaître plus exactement ce corps, qui mérite toute l'attention des chimistes.

8. Je ne doute pas non plus que ce corps, si voisin du tissu ligneux et de la matière colorante végétale, ne contienne

une certaine proportion d'azote parmi ses principes ; et quoique j'aie encore bien peu de connaissances positives sur sa nature, au moins au delà de celles qui suffisent pour le distinguer des autres matériaux immédiats des plantes, elles me suffisent cependant pour faire voir une analogie qui se rencontre ici entre les végétaux et les animaux, en ce que leur corps est enveloppé et recouvert d'un tissu indissoluble peu perméable à l'eau, différent de tous les autres tissus qui les forment, et destiné à jouer en effet un rôle particulier dans leur organisme.

ARTICLE XXIV.

Des diverses matières plus ou moins analogues aux substances fossiles ou minérales que l'on trouve mêlées ou combinées aux matériaux immédiats des végétaux.

1. On a vu par les faits nombreux recueillis dans un grand nombre d'articles de cette septième section, que tous les matériaux immédiats des végétaux sont formés, dans leurs premiers principes, de carbone, d'hidrogène et d'oxigène ; que l'azote entre aussi dans quelques-uns d'entre eux, et les rapproche alors de ceux des matières animales ; que la variété singulière de forme, de consistance, de saveur, d'odeur, de couleur, et de toutes leurs propriétés chimiques, dépend presque uniquement de la proportion différente de ces principes primitifs, et qu'il ne faut qu'une bien légère variation dans cette proportion pour en faire naître une très-grande dans leurs variétés. Mais outre cette uniformité générale de

composition, qui admet dans la diversité de quantité respective des principes la cause de leur diversité de nature, il est une autre source de quelques différences entre ces matériaux, dont il est nécessaire d'exposer ici l'influence, et de déterminer les rapports avec les propriétés même de ces matériaux.

2. Elle existe dans des corps étrangers en quelque manière à leur nature intime, qui font quelquefois partie de leur composition, ou qui en varient quelques propriétés, quoiqu'ils n'y soient que disséminés, passagers ou accessoires. Ces corps, étrangers à la composition végétale, sont des matières fossiles, le plus souvent puisées ou pompées dans la terre par les tubes capillaires des racines, et portées dans les vaisseaux des plantes avec les sucs ou l'eau que ces organes y absorbent sans cesse. Ils sont en général de deux classes, ou des matières simples, ou des matières composées. Je les les rapporte : *a*, aux corps combustibles indécomposés; *b*, aux métaux; *c*, aux acides; *d*, aux bases terreuses et alcalines; *e*, aux substances salines, et je les considérerai dans cet ordre.

3. Parmi les corps combustibles simples, le soufre et le phosphore se rencontrent souvent dans les plantes. On a trouvé le soufre dans beaucoup de crucifères; leurs eaux distillées, l'alcool distillé sur ces plantes dans les préparations pharmaceutiques, déposent du soufre même cristallisé à l'aide du temps. En pourrissant, ces végétaux exhalent l'odeur fétide du gaz hidrogène sulfuré; l'eau, chargée par la distillation de ce qu'on nommait leur *esprit recteur* ou leur *arôme*, se comporte comme une vraie dissolution de ce gaz en petite quantité, et dépose du soufre toutes les fois que ce gaz se décompose par le contact de l'air et l'absorption de l'oxigène. D'après les essais du citoyen Deyeux, on extrait le soufre en poudre de la fécule de racine de patience, ou de cette racine rapée et lavée dans l'eau, ou de l'écume qu'elle forme quand on la

fait bouillir avec ce liquide. Margraff a extrait du phosphore des graines de sinapi traitées à grand feu dans la distillation, et l'on attribue l'acide phosphorique des mines limoneuses, des mines de transport, et sur-tout de celles du fer, aux plantes de marais, au-dessous desquelles ces mines se forment.

4. On trouve fréquemment le fer à l'état d'oxide dans les plantes ; on a même dit l'avoir trouvé en grains métalliques dans les fraises. L'oxide de ce métal existe souvent dans les cendres des végétaux. On assure que celle des bois durs, sur-tout du chêne, en contient le douzième de son poids. C'est faussement qu'on attribuait autrefois la couleur des plantes et celle des fleurs à ce métal. Il n'est presque pas douteux qu'il passe de l'intérieur de la terre par les racines. Schéele a trouvé l'oxide de manganèse aussi fréquemment que celui de fer dans les cendres végétales, et il est vraisemblable que ce qu'on a pris souvent pour du fer n'était que l'oxide de ce métal. Quelques chimistes, Beccher et Kunckel à leur tête, admettent la présence de l'or dans les plantes ; mais la très-petite quantité de ce métal qu'on peut extraire de leurs cendres, et qu'on n'en sépare qu'à l'aide de la fusion avec le plomb, paraît provenir plutôt de ce dernier que des cendres même, comme l'ont prouvé des hommes plus exacts que ceux qui ont renouvelé de nos jours cette ancienne prétention de la chimie.

5. Parmi les corps simples brûlés (après l'eau qui, sans être une véritable matière végétale, semble être essentielle à la nature des plantes, et faire nécessairement partie constituante de leurs matériaux qu'elle délaie et transporte), il n'y a que quelques acides qui se rencontrent dans les produits des végétaux ; encore n'y trouve-t-on que l'acide carbonique pur ; mais il paraît y être si fréquent et si abondant, spécialement dans les sèves, qu'il semble faire un des principaux nutrimens des plantes, comme je le ferai voir ailleurs. Aucun des autres acides qu'on en extrait n'y est pur, mais toujours combiné avec des bases terreuses et alcalines : tel est

l'état des acides sulfurique, nitrique, muriatique et phosphorique, qui s'y trouvent unis à la potasse, à la chaux, et quelquefois, quoique bien plus rarement avec la soude, en combinaisons salines.

6. Plusieurs des matières terreuses et alcalines que j'ai fait connaître dans la quatrième section de cet ouvrage, existent aussi très-souvent parmi les matériaux des végétaux. La silice se trouve dans presque toutes leurs cendres; elle est quelquefois en concrétions comme dans le *tabasheer*. L'alumine y existe, mais beaucoup moins qu'on ne l'a dit. La magnésie est dans le même cas. La chaux y est beaucoup plus abondante, et s'y trouve sur-tout unie aux acides sulfurique, phosphorique ou carbonique. La potasse s'y rencontre si souvent et fait une des parties si grandes et si constantes de leurs résidus brûlés, qu'on l'a regardée autrefois comme exclusivement appartenant aux plantes, et qu'on l'a nommée *alcali végétal*. On croyait même qu'elle ne se trouvait que dans les végétaux, qu'elle leur était particulière, qu'elle se formait par l'acte même de la végétation. Quoiqu'il soit bien reconnu que cet alcali se trouve parmi les fossiles et qu'il fait même un de leurs principes, spécialement dans les produits volcaniques, comme je l'ai indiqué ailleurs, c'est le plus souvent des matières végétales qu'on l'extrait. Après avoir brûlé des herbes, et sur-tout des bois, on lessive leurs cendres, on évapore cette lessive à siccité, et on obtient ainsi le *salin*; on calcine le salin dans des fours, où on le tient rouge pendant plusieurs heures : c'est ainsi qu'on prépare la potasse du commerce. Elle contient, outre la portion de potasse caustique qu'on y recherche, du carbonate de potasse, du sulfate de potasse, du muriate de potasse, du sulfate de chaux, du phosphate de chaux, souvent de l'oxide de fer, de l'oxide de manganèse, de la silice : on en sépare toutes ces matières étrangères en les lessivant dans très-peu d'eau, en tenant longtemps cette lessive à l'air pour en faire précipiter la silice à

mesure que l'alcali absorbe l'acide carbonique atmosphérique; ou bien, si l'on veut obtenir la potasse pure, en la traitant par l'alcool, soit immédiatement, soit après l'avoir mêlée avec de la chaux vive pour décomposer le carbonate de potasse qu'elle contient : on se procure ainsi beaucoup plus de potasse caustique que lorsque l'alcool, qui ne touche point aux sels, est employé seul et immédiatement pour la dissoudre.

7. La soude est beaucoup plus rarement contenue dans les végétaux que la potasse : il n'y a que ceux qui croissent dans l'eau de la mer qui en fournissent par la combustion; et l'on a vu ailleurs que c'est par l'incinération des soudes, des kalis, des vareks, des goémons et des fucus, qu'on se procure la soude sur les bords de la mer. Elle est combinée dans les plantes le plus souvent avec l'acide muriatique, quelquefois, quoique bien plus rarement, avec l'acide sulfurique. Il paraît, d'après l'analyse du *salsola soda* faite par le citoyen Vauquelin, que la soude existe aussi à l'état pur et caustique dans les plantes marines.

8. Les sels proprement dits, ou les combinaisons salines de plusieurs des acides à radicaux simples avec des bases terreuses et alcalines, se rencontrent aussi dans les plantes; ce sont même les matières fossiles qu'on y trouve le plus communément, et qu'on en extrait le plus facilement. On les retire de leurs sucs évaporés; ils effleurissent sur leurs extraits : on les sépare de leurs cendres. Tels sont en particulier le sulfate de potasse, celui de soude et de chaux, le nitrate de potasse, le muriate de potasse, le muriate de soude et le phosphate de chaux.

9. Il y lieu de penser que toutes ces matières fossiles, dont la qualité varie sans cesse parmi les produits végétaux qui ne sont pas nécessaires à leur constitution, qui ne sont que des corps accessoires et comme accidentels parmi leurs matériaux immédiats, qui enfin peuvent varier beaucoup par leur proportion et leur diversité sans changer la nature même

de ces matériaux, proviennent immédiatement de la terre où plongent les racines des plantes, et qu'elles ont été absorbées par les racines de ces êtres avec l'eau qui leur sert spécialement de nourriture : ainsi ils dépendent de la nature des terrains où ces racines sont placées.

10. Quelques physiciens ont cependant pensé que la végétation leur donnait naissance, qu'ils étaient formés de toutes pièces dans les organes même des plantes : on a sur-tout adopté cette opinion pour la potasse et pour le nitre. Il est même quelques chimistes qui poussent cette idée jusqu'à croire que le fer est également formé par les forces de la vie végétale; mais loin d'acquérir ou de trouver des preuves de cette assertion dans les expériences, il paraît qu'elle devient de moins en moins probable à mesure que l'analyse fait des progrès, tandis que l'opinion qui admet le passage de ces matières du sol même dans les plantes, se fortifie de jour en jour.

CINQUIÈME ORDRE DE FAITS

SUR LES COMPOSÉS VÉGÉTAUX.

Des altérations spontanées dont ces composés sont susceptibles.

ARTICLE PREMIER.

De la nature et des causes générales de ces altérations.

1. Tous les phénomènes, tous les faits recueillis jusqu'aujourd'hui sur les composés végétaux, prouvent, comme on l'a montré dans les articles précédens, que ces composés, plus compliqués dans leur composition que ceux qui appartiennent aux fossiles, sont aussi par cela même beaucoup moins permanens que ces derniers. Les attractions qui existent entre leurs principes primitifs, au moins au nombre de trois, ne leur permettent que rarement de rester permanens dans leur premier état, à moins que leurs molécules très-rapprochées, très-condensées, n'admettent entre elles aucun corps étranger qui puisse les écarter, et solliciter celles de leurs composans à réagir les unes sur les autres.

2. Dès que cette circonstance d'écartement de leurs molécules intégrantes a lieu par l'intromission, soit de celles du calorique, soit de celles de l'eau toujours accompagnée du premier de ces corps, alors l'équilibre de leur composition est promptement rompu, l'attraction entre les corps primi-

tifs qui les compose change et prend un autre mode ; et en s'unissant d'une autre manière, en tendant à se combiner deux à deux ou chacune isolément à celles qui leur conviennent le plus, elles entraînent la résolution plus ou moins entière du premier composé, son changement plus ou moins profond, sa décomposition plus ou moins complète.

3. Telle est en général la double cause première de toutes les altérations spontanées dont les matières végétales sont susceptibles : l'une réside dans la nature même de leur composition, dans la faiblesse d'équilibre qui tient leurs principes réunis, dans la disposition qu'ils ont à se séparer pour se réunir dans un autre ordre ; la nature qui n'a voulu qu'une adhérence passagère et momentanée dans ces composés végétaux, leur a imprimé ce caractère de variabilité et d'inconstance : l'autre cause consiste dans l'intromission des molécules de corps quelconques entre les leurs propres, intromission qui en écartant ces dernières molécules, en affaiblissant le lien qui les tient réunies, en diminuant leur attraction propre, les dispose à se séparer, les porte à s'unir dans un autre ordre, à former de nouveaux composés, à paraître sous de nouvelles formes et de nouvelles propriétés.

4. On observe constamment que la naissance des mouvemens intestins qui donnent lieu à ces changemens spontanés de nature et de composition, que la suite sur-tout ou la série régulière et déterminée de ces mouvemens, produisent en général des composés moins compliqués que ceux qui les ont éprouvées. Ainsi l'hidrogène tend à s'unir à l'oxigène et à former de l'eau ; l'hidrogène tend à se combiner avec l'azote et à constituer de l'ammoniaque ; le carbone, à se porter séparément sur l'oxigène et à composer de l'acide carbonique. Telle est aussi la fin constante de ces altérations, qui, considérées sous ce point de vue, ressemblent à l'effet produit par l'action du feu, ou par celle des acides puissans, des matières oxigénées très-énergiques.

5. Mais avant que ce dernier terme des altérations spontanées dont ces composés végétaux sont susceptibles soit atteint par la décomposition qu'ils éprouvent, ils s'arrêtent à différentes époques, ils restent à divers états intermédiaires, ils passent par plusieurs termes successifs dans lesquels ils ont acquis des caractères particuliers, des propriétés distinctives qu'on peut reconnaître facilement, et dans lesquels, en saisissant avec soin les époques où ils arrivent, il est possible d'en interrompre la continuation, de les fixer de manière à empêcher que l'altération ne s'avance davantage et ne continue.

6. Dès que l'observation a fait connaître cette altération naturelle des composés végétaux, ainsi que les causes ou les circonstances générales qui la favorisent, non seulement elle a dû éclairer une foule d'effets et de productions qui en sont les suites nécessaires parmi les nombreux phénomènes de la nature, mais elle a encore conduit l'homme à chercher les moyens ou de faire naître ces altérations à son gré, ou de les pousser au point qui lui convient, ou de les fixer à l'époque qu'il trouve utile à ses besoins, ou enfin de l'arrêter entièrement, de l'empêcher d'avoir lieu ; et tous les moyens qui sont à la disposition de l'art l'homme les emploie avec plus ou moins de succès, et il les varie suivant les produits qu'il veut se procurer.

7. La science, après une longue suite d'observations sur les altérations spontanées dont les végétaux sont les sujets, et qu'ils éprouvent d'une manière variée suivant les diverses circonstances et les divers agens auxquels ils sont exposés, a dû distinguer la nature même de ces altérations en plusieurs espèces. Elle considère de suite et dans cet ordre les fermentations, la décomposition lente à l'air, l'action lente et souterraine des eaux, l'influence du sol et des diverses espèces de terrains sur les végétaux qui y sont enfouis, et passe conséquemment en revue dans la suite de ces considérations im-

portantes les produits variés de ces altérations, ceux des fermentations, les bois pourris, les terreaux, les bitumes, les végétaux fossiles, les pétrifications, etc.

8. Cette manière de décrire et d'envisager les altérations spontanées des matières végétales, infiniment plus méthodique que ce qu'on avait essayé de faire jusqu'ici dans les élémens de chimie, a l'avantage de présenter dans un système bien coordonné l'ensemble et la série de plusieurs corps qu'on rapportait faussement autrefois au règne minéral. Je n'ai pas besoin de faire observer que toutes ces altérations n'ont lieu que sur les végétaux privés de la vie, que la végétation les repousse, qu'on peut regarder leurs effets comme des moyens d'analyse naturelle, et qu'en les observant avec beaucoup de soin, la philosophie de la science peut en tirer de grandes lumières pour connaître la nature et la composition des substances végétales. Ce dernier point, ainsi que celui de l'utilité des produits formés par la suite de ces altérations, me guidera spécialement dans les articles suivans.

ARTICLE II.

Des fermentations en général et de leur distinction en plusieurs espèces.

1. Comme les changemens qui arrivent aux végétaux dans leurs altérations spontanées sont presque toujours accompagnés d'un mouvement intestin qui agite, soulève et semble tourmenter leur masse, on a nommé le phénomène même par lequel les matières végétales soumises à l'œil de l'observateur dans l'air ou dans des vaisseaux ouverts ou transpa-

rens subissent ces changemens, des fermentations; en sorte qu'aucune modification dépendante de leur nature intime, et susceptible de changer cette nature même, n'a lieu sans qu'il n'y ait une fermentation.

2. On n'a pas été long-temps à reconnaître dans la science que cette altération spontanée variait singulièrement dans les matières végétales, suivant leur nature différente ; et comme toute variation ou tout changement intérieur dépendant de la nature même de ces matières, et ayant lieu sans l'intervention nécessaire d'un agent étranger, a, par cela même, le caractère d'une fermentation, il était naturel que les chimistes distinguassent différentes espèces de fermentation.

3. Boerhaave a le premier reconnu trois fermentations qu'il a nommées, la première *fermentation spiritueuse ;* la seconde, *fermentation acide* ou *acéteuse ;* la troisième, *fermentation putride.* Il les a regardées comme établies par la nature dans un ordre constant, et se suivant régulièrement dans celui que je viens d'énoncer. Ainsi la seconde ne pouvait avoir lieu suivant lui qu'après la première, et la troisième qu'après la seconde : d'où il est aisé de voir qu'il les concevait comme une série de mouvemens intestins enchaînés l'un à l'autre par une cause égale et intime, se succédant par une nécessité indispensable, et se provoquant réciproquement.

4. Quoique plusieurs chimistes aient proposé quelques modifications à ce système ingénieux de Boerhaave, la plupart des physiciens ont adopté l'ensemble de ses idées, et l'on a long-temps suivi cette marche dans les écoles. Celle de Rouelle sur-tout a beaucoup contribué à le propager et même à l'étendre. On distinguait chacune de ces fermentations à son produit. Celle qu'on nommait spiritueuse avait pour produit l'*esprit-de-vin* ou l'*esprit ardent*, que l'on nomme aujourd'hui alcool ; celui de la seconde ou de la fermentation acide était le vinaigre : et voilà pourquoi on la nommait acéteuse, d'après Boerhaave ; enfin la fermentation putride portait le nom

d'alcaline, parce que l'alcali volatil ou l'ammoniaque était regardée comme son produit essentiel ou constant.

5. Quelques chimistes, et spécialement Bucquet dans les dernières années de sa vie et dans ses dernières leçons, depuis 1776 jusqu'en 1779, crurent que cette distinstion en trois espèces ne suffisait pas pour renfermer toutes les altérations ou fermentations que les végétaux pouvaient subir. Ils citaient pour preuves de leur opinion la levure de la pâte de farine ou la fermentation panaire; mais celle-ci tend manifestement à former un acide, et rentre dans la seconde espèce de Boerhaave : la fermentation, qui développe des parties colorantes, telles que celles de l'indigofère et du pastel, etc.

6. En considérant cet objet dans toute son étendue et sous toutes ses faces, j'ai reconnu qu'il y a en effet plusieurs espèces de mouvemens fermentatifs qui sont différens des trois fermentations distinguées par Boerhaave, soit par leur phénomène, soit par leur produit; qu'il était nécessaire d'en ajouter au moins deux bien distinctes aux trois espèces reconnues depuis le célèbre professeur de Leyde; et qu'à mesure qu'on étudiera avec plus de soin et d'exactitude les circonstances, les conditions et les effets de ces altérations spontanées qu'éprouvent les matières végétales diverses, on sera raisonnablement conduit par la suite à multiplier encore leurs espèces et à reconnaître leurs différences réelles.

7. J'admets donc cinq espèces de fermentations végétales : la première est la fermentation *saccharine*; la seconde, la fermentation *vineuse*; la troisième, la fermentation *acide*; la quatrième, la fermentation *colorante*; et la cinquième, la fermentation *putride*. Leur disposition annonce qu'elles se suivent dans l'ordre où elles sont énoncées, qu'il y en a une qui précède celle que Boerhaave comptait être la première, et une autre placée entre la fermentation acide et la putride. Je les traiterai ici successivement dans des articles séparés; mais je dois présenter auparavant quelques vérités communes

à toute fermentation qui forment comme autant de caractères génériques de ce mouvement spontané, qui exposent des faits appartenant à toutes et à chacune d'elles, et qui doivent conséquemment précéder leur histoire particulière.

8. La première de ces vérités générales, c'est la nécessité de bien distinguer l'altération fermentative d'avec les autres altérations spontanées dont les végétaux sont susceptibles : par exemple, de celles qu'ils éprouvent lorsque, privés d'ailleurs des conditions nécessaires à la naissance de la fermentation, ils sont plongés dans l'eau ou enfouis à sec dans la terre. Ici, outre que les circonstances que je puis nommer fermentifères leur manquent, les végétaux se trouvent soumis à l'action d'autres agens capables de retarder ou d'arrêter leur fermentation, ou d'agir d'une autre manière sur leur tissu et leur composition. Aussi, dans l'ordre des faits qui m'occupent ici, je distingue la formation du terreau, celle des bitumes, la fossilisation proprement dite d'avec les fermentations. Quoique la nature même des matières végétales qui éprouvent l'une ou l'autre de ces altérations s'oppose plus ou moins par elle-même à une véritable fermentation, je montrerai, en traitant de ces phénomènes et de leurs produits, que des circonstances étrangères, que les instrumens ou les agens dans lesquels les végétaux sont plongés lorsqu'ils éprouvent les effets très-différens des fermentations, modifient tout autrement le genre d'altération qu'ils subissent.

9. Une seconde vérité plus relative encore à l'histoire de la fermentation en général, c'est qu'aucune matière végétale ne peut la subir que lorsqu'elle est pénétrée d'une certaine quantité d'eau, qui, comme je l'ai déja énoncé dans l'article précédent, en écarte les molécules, diminue leur attraction propre, les dispose à agir réciproquement sur elles-mêmes. Cette nécessité de l'eau est tellement indispensable, que le plus sûr moyen de prévenir toute fermentation consiste à priver complétement de ce liquide les matières végétales, à les dessécher totalement. Dans l'état

de sécheresse, ces matières conservent l'intégrité de leur composition; elles ne s'altèrent ni ne changent en aucune manière. On le sait assez par l'histoire des graines et des semences de toute espèce, qu'on n'entretient saines qu'en les tenant dans des lieux secs et à l'abri de toute humidité; par celle des plantes de toutes les natures; des racines, des tiges, des fleurs et des fruits, qu'on ne conserve pendant plusieurs saisons et même pendant des années entières, qu'après les avoir desséchés au soleil ou dans des fours; enfin par celle des pulpes, des poudres, des farines, des extraits et de toutes les préparations végétales pharmaceutiques dont on ne peut maintenir la pureté et les propriétés qu'en les réduisant à l'état parfait de sécheresse, et en les enfermant dans des vases parfaitement à l'abri des vapeurs et des lieux humides.

10. La troisième vérité que je dois placer ici pour faire connaître les conditions générales de la fermentation, et pour parvenir à mieux connaître leur théorie particulière, c'est qu'une certaine élévation de température est nécessaire à la production de ce mouvement : non seulement on ne connaît aucune fermentation au-dessous du terme de congélation, mais même la plupart de ces mouvemens ne commencent à s'exciter qu'à des températures qui s'élèvent au-dessus de quinze degrés du thermomètre réaumurien. Ainsi toute fermentation est arrêtée, aucune n'a absolument lieu sous les poles, dans les contrées et dans les saisons glacées : ainsi, au contraire, les climats les plus chauds présentent les fermentations dans toute leur puissance, dans toute leur activité. Cependant les zones torrides, situées sous l'équateur, ne font naître ces mouvemens que dans les matières végétales les plus fluides, ou qui contiennent beaucoup d'eau; car celles qui n'en sont que légèrement pourvues la perdent promptement, et se dessèchent si vîte dans les températures ardentes, que ce premier effet s'oppose en général à la naissance de la fermentation.

11. Quoique ces deux circonstances, l'eau et la chaleur,

soient les deux conditions les plus essentielles de la fermentation en général, leur nécessité ou la proportion de leur influence, en quelque sorte, varie pour chaque espèce de fermentation. Il en est pour lesquelles il ne faut qu'une petite proportion d'eau et une température peu élevée; d'autres, au contraire, demandent et beaucoup de liquide et une chaleur assez forte. Ces détails appartiennent au reste à chaque fermentation en particulier.

12. On a remarqué depuis long-temps qu'en mêlant avec une substance végétale susceptible de fermentation une portion, souvent même très-petite, de la même matière qui a déja fermenté, la première passait au mouvement fermentatif beaucoup plus rapidement que si elle eût été seule, et l'éprouvait d'une manière beaucoup plus rapide. Tout le monde sait que c'est ainsi qu'on fait lever plus ou moins fortement et fermenter plus ou moins vîte la pâte de farine de froment, lorsqu'on y ajoute un peu de levure de bière ou de pâte déja levée, connue sous le nom de *levain* ou de *franc levain*. Les chimistes, depuis Stahl qui a fait un ouvrage particulier sur ce sujet, ont élevé une théorie qu'on a nommée des *fermens*, et dont on a beaucoup abusé en médecine, dans laquelle on l'a transportée. Ils ont cru qu'il ne pouvait s'établir de fermentation sans l'addition d'une matière déja fermentée ou d'un ferment. Les médecins ont pensé, de leur côté, qu'un effet pareil avait lieu dans une foule de maladies, et que notamment toutes celles qui provenaient d'un virus, spécialement les affections communiquées par une inoculation, par l'introduction d'une matière quelconque, et par une voie quelconque dans la circulation, ne devaient leur naissance qu'à un mouvement intestin occasionné par un ferment. Il est bien reconnu aujourd'hui que si des corps étrangers introduits entre les molécules des différentes substances végétales favorisent le mouvement de fermentation auquel elles sont naturellement disposées, il n'est pas nécessaire que ces corps aient

déja fermenté eux-mêmes ; et que, quoique dans ce dernier cas la fermentation s'établisse en général d'une manière plus rapide et plus prononcée, toute substance étrangère susceptible d'écarter les molécules et de diminuer leur adhérence réciproque jouit de la même propriété ; c'est ainsi que l'acide carbonique, par son caractère de prendre facilement la forme gazeuse, d'occuper un grand espace, d'écarter conséquemment les molécules des corps entre lesquelles il est logé, a spécialement la propriété d'y faire naître la fermentation, et d'y développer plus promptement le mouvement intestin qui tend à les faire changer de nature, comme il résulte des recherches de M. Henry, chimiste anglais.

ARTICLE III.

De la fermentation saccharine.

1. Je nomme *fermentation saccharine* un mouvement intestin et spontané qui s'excite souvent dans plusieurs substances végétales, et par lequel il se forme dans leur intérieur une matière sucrée qui n'y existait pas auparavant. Si ce phénomène existe réellement, et si, sans l'action d'un agent ou d'un instrument extérieur étranger aux conditions nécessaires de la fermentation, une matière végétale fade ou insipide devient véritablement sucrée, il n'est pas possible de ne pas reconnaître dans cette production spontanée une véritable fermentation. Les faits que je vais bientôt rassembler mettront cette vérité hors de doute.

2. Je range cette fermentation au premier rang, parce qu'elle précède réellement la fermentation vineuse que Boerhaave regardait comme la première. En effet, on verra bientôt que la présence d'une matière sucrée est indispensablement nécessaire

pour donner naissance à la formation d'une liqueur vineuse; que toutes les substances fades, muqueuses, insipides, sont absolument incapables d'éprouver cette fermentation vineuse; que toutes celles, au contraire, qui ont une saveur plus ou moins sucrée, en sont plus ou moins sensiblement susceptibles, et que les matières non sucrées ou fades, passant quelquefois à l'état de vin, ne peuvent arriver à cet état sans contracter auparavant la saveur et toutes les propriétés des matières sucrées.

3. Ce passage de matières fades à l'état de matières sucrées appartient à une formation; et c'est celle que je nomme *saccharine*, parce que son produit est le sucre. Je ne veux pas dire par là que la formation de la matière sucrée dépende toujours et nécessairement de cette espèce de fermentation; que parce qu'une matière végétale est sucrée, elle a subi ce mouvement particulier : il faudrait de même supposer qu'il ne peut y avoir de vinaigre ou d'acide acéteux que par la fermentation acide et par le changement intestin d'un vin; tandis qu'une foule de faits chimiques, dont j'en ai déja présenté plusieurs précédemment, et auxquels j'en ajouterai plus bas quelques autres, prouvent qu'il se forme de l'acide acéteux par d'autres circonstances que par celle de la fermentation : et on l'a vu spécialement dans l'action des acides sulfurique et nitrique sur des matières végétales, fades, visqueuses, sèches et insipides. Il en est de même du sucre : il y en a, dans les matières végétales, qui s'est formé par les progrès même de la végétation; mais il s'en produit aussi par une espèce de fermentation, et c'est de celui-ci qu'il doit être question dans cet article.

4. Un des premiers procédés de l'art du brasseur me suffirait pour prouver l'existence de la fermentation saccharine. On sait que l'orge, le froment, le maïs, et la plupart des graines céréales, pénétrés d'abord d'une certaine quantité d'eau, exposés ensuite en tas à une température supérieure à celle de douze degrés, se gonflent, et annoncent le mouvement intestin qui s'excite en elles par le développement du germe qui sort au

dehors de ces semences. Le brasseur arrête ce mouvement à cette époque ; il chauffe et dessèche ces grains germés par l'action du feu dans la touraille ; et lorsqu'ils sont bien secs, il les mout pour en préparer ensuite une décoction susceptible alors de fermenter et de donner la bière. Le grain dans cet état a pris une saveur sucrée, et l'eau qui a bouilli sur cette matière en a extrait une véritable substance sucrée qu'on peut en obtenir par l'évaporation. Avant cette évaporation, il était fade et simplement farineux, et c'est une portion de cette matière insipide qui est devenue substance sucrée par une véritable fermentation, et par le mouvement intestin de ses propres molécules écartées par l'eau et par le calorique ; car il est impossible d'attribuer ce phénomène à autre chose.

5. On ne peut douter que cette fermentation saccharine n'ait également lieu dans toutes les graines céréales et peut-être dans toutes les semences monocotylédones qui germent. La germination elle-même paraît en être la suite nécessaire, ou au moins la compagne constante. Toutes les semences germées sont en effet sucrées, et j'en ai observé un assez grand nombre dans cet état, pour penser que ce phénomène est général ; il n'est pas invraisemblable que beaucoup de semences dicotylédones présentent le même caractère pendant leur germination. Ainsi la fermentation saccharine, ou le changement de la substance muqueuse, fade et féculente en sucre, par l'effet de la germination, peut être compté au nombre des premiers phénomènes chimiques que présente la végétation.

6. Il existe beaucoup d'autres circonstances de l'analyse végétale où il se forme une matière sucrée, aux dépens d'une autre matière qui ne l'était pas auparavant. Telle est sur-tout la maturation des fruits : il est généralement connu qu'on cueille sur un grand nombre d'arbres des fruits qui sont bien loin d'être mûrs et sucrés, que leur maturation n'a lieu que dans les fruitiers où on les conserve, et dans des temps plus ou

moins longs. Cette observation est sur-tout applicable aux pommes et aux poires, quoiqu'on puisse l'étendre à un très-grand nombre d'autres fruits. Ces corps, au moment où on les enlève à l'arbre, n'ont souvent qu'une saveur âpre, acerbe, aigre et désagréable : bientôt cette saveur se modifie ; ils deviennent doux, sucrés et agréables ; et il est trop évident, pour qu'il soit besoin d'une discussion plus approfondie, que dans ce cas les fruits éprouvent, dans leur pulpe ou dans leur parenchyme, un changement intestin qui ne peut être attribué qu'à une véritable fermentation.

7. La même modification de nature, sans qu'elle soit due à la même cause, se remarque dans plusieurs opérations économiques. La cuisson dans les cendres ou dans l'eau donne à beaucoup de racines et de fruits un goût sucré qu'ils n'avaient point, et paraît y développer cette matière particulière, à l'aide du changement que l'action assez forte du feu a porté dans leurs principes. Il en est de même de l'effet produit par quelques réactifs, et sur-tout par les acides puissans, dans plusieurs substances végétales fades, spécialement dans les gommes et les fécules amilacées. Le gaz acide muriatique, oxigéné surtout, communique souvent à leur dissolution dans l'eau, avec une couleur rougeâtre et une consistance sirupeuse, une saveur sucrée qui annonce le passage manifeste de l'état de matière muqueuse à celui de corps sacharin. Enfin, quelques médecins modernes, MM. Rollo et Cruischank, pensent que cette même substance fade et muqueuse se convertit souvent en matière sucrée dans l'estomac de l'homme, lorsque sa force digestive ou l'énergie de son suc gastrique sont diminuées ; ils attribuent même à cette digestion troublée et saccharine la cause de la maladie, plus fréquente à ce qu'il paraît en Angleterre qu'en France, et qui est nommée *diabetes mellitus*, à cause de la saveur sucrée de l'urine rendue très-abondamment par les malades qui en sont affectés. Il est facile de voir que dans ce cas, dont il faut attendre la confirmation par des observations subséquentes,

il se passe une véritable fermentation saccharine dans l'estomac. Il y a quelque chose d'analogue dans l'estomac ou les glandes musculaires des femelles qui nourrissent leurs petits.

ARTICLE IV.

De la fermentation vineuse et de ses produits, du vin et de l'alcool.

1. On nomme fermentation *vineuse* celle que Boerhaave appelait *spiritueuse* : ce dernier nom était tiré de celui d'esprit-de-vin, qu'on donnait au produit de la distillation du vin ; mais ce dernier, le vin, étant le véritable produit de la fermentation dont il s'agit, il est plus naturel comme plus exact de nommer *vineuse* cette fermentation, d'autant plus qu'on a renoncé à la dénomination d'esprit-de-vin qu'on donnait autrefois à ce liquide. L'histoire de la fermentation vineuse étant une des parties les plus importantes et les plus utiles de la chimie végétale, doit être traitée avec le plus de soin et une quantité suffisante de détails pour la rendre claire et complète : c'est pour cela que je divise cet article en six paragraphes. Le premier traitera de la définition et de l'histoire littéraire de la fermentation vineuse ; le second offrira l'exposé des conditions qu'elle exige ; le troisième, celui des phénomènes qu'elle présente ; le quatrième aura pour objet l'analyse du produit immédiat qu'elle donne, ou du vin ; le cinquième, celle du produit éloigné ou définitif qu'on en retire, c'est-à-dire, de l'alcool ; et le sixième sera destiné à l'examen des causes et du mécanisme de cette fermentation et de la formation de l'alcool.

§. Ier.

Définition et histoire littéraire de la fermentation vineuse.

2. J'ai dit que l'on nommait vineuse cette fermentation, parce que son produit véritable est du vin ; et cela est si vrai, que l'on ne peut pas préparer de vin sans cette fermentation, et qu'il en est la suite et l'effet nécessaire. On ne doit pas l'appeler spiritueuse, non seulement parce qu'on a renoncé à cette dénomination ridicule d'*esprit-de-vin*, mais parce qu'il n'en est pas le produit ou la production immédiate ; aussi ne l'a-t-on pas appelée *fermentation alcoolique*, comme on aurait dû le faire si on s'en était tenu à cette première idée sur sa nature et son effet.

3. Boerhaave est le premier chimiste qui a cherché à répandre les lumières de la saine physique sur la fermentation, et qui a essayé d'en expliquer la cause et les phénomènes. Il a eu le mérite de renoncer aux théories fausses qu'on avait données avant lui sur la nature de ce mouvement ; il a senti que la physique de son temps n'était pas assez avancée pour en connaître convenablement la véritable cause. La mauvaise physique qui a régné long-temps dans les écoles pour l'explication des phénomènes chimiques, attribuait la fermentation vineuse au mouvement et au frottement réciproques des molécules, et n'expliquait rien en voulant tout expliquer. Becher avait eu une idée plus rapprochée du vrai, quoique peu nette et peu exacte encore, mais au moins assez ingénieuse, en comparant la fermentation à une espèce de combustion.

4. Depuis Boerhaave jusqu'à Rouelle et Macquer, on n'a rien dit d'exact sur la cause de la fermentation vineuse, mais on en a étudié et mieux décrit les phénomènes ; on a peu à peu senti le vide des hypothèses présentées jusque-là et adop-

tées avec plus ou moins de chaleur, comme soutenues avec plus ou moins d'acharnement. Macquer, sans rien trouver de nouveau sur le mécanisme de ce mouvement spontané, a réuni d'une manière plus exacte que ses prédécesseurs l'ensemble de ses phénomènes; il a donné quelques expériences exactes sur l'art de perfectionner la fabrication et la nature des vins.

5. Beaucoup de physiciens et de chimistes ont travaillé après lui sur les procédés des divers genres de vinification, sur la différence des vins, sur l'art d'en reconnaître la qualité, d'en corriger les défauts, d'en guérir les maladies, d'en faire l'analyse, d'en perfectionner les propriétés utiles, d'en séparer le produit alcoolique. On doit spécialement distinguer parmi les auteurs, Rozier, Maupin, Baumé, Bullion, auxquels on doit un grand nombre d'observations plus ou moins précieuses et de procédés avantageux.

6. Jusqu'à l'époque de la découverte de la décomposition et de la nature de l'eau, on n'avait rien fait ni pu faire sur la cause et le mécanisme de la fermentation vineuse. Depuis, l'un des auteurs de cette découverte, l'illustre Lavoisier, a commencé, par un beau travail sur ce mouvement intestin, à entrevoir sa source, son origine, et les phénomènes qui lui donnent naissance. Ses recherches sur cette partie de la science, quoiqu'imparfaites encore, comme il l'a senti lui-même, sont un des plus beaux monumens qu'on ait élevés à la science, et on doit les compter parmi les chefs-d'œuvre chimiques qui illustreront le siècle et les Français.

7. C'est à l'aide des premières données de Lavoisier, tant sur la formation que sur la décomposition de l'alcool, qu'on est parvenu depuis à faire une suite de découvertes importantes sur l'action de ce corps, soit comme dissolvant, soit comme réactif, soit comme agissant par toute sa masse et dans toute son intégrité, soit comme s'altérant et se décomposant. Trente ans se sont à peine écoulés depuis l'époque où les chimistes les plus habiles, Rouelle, Macquer, Roux et Bucquet, re-

gardaient avec raison alors la fermentation vineuse comme un des mystères les plus impénétrables de la nature, comme une sorte de sanctuaire où elle cachait profondément un de ses secrets, jusqu'au temps où la science est parvenue presque tout d'un coup à expliquer ce phénomène si abstrait, à résoudre ce problème si élevé et si difficile, à ramener à des lois simples ce mécanisme si obscur et jusque-là si inintelligible.

8. Dès-lors une foule de vérités, mystérieuses auparavant, sur les propriétés de l'alcool, sur sa légéreté, son inflammabilité, sa flamme brillante et sans fumée, sa conversion en éther, en un mot sur ce qu'il y avait jusqu'alors de plus difficile et de moins connu en chimie, sont devenus des faits simples, des phénomènes faciles à expliquer, des résultats précis d'une première vérité acquise. La découverte de Lavoisier a paru tout-à-coup un phare qui a éclairé une route immense toute couverte auparavant de ténèbres, et qui a rendu cette branche de la science, si imparfaite et si faible jusqu'à lui, beaucoup plus vigoureuse et beaucoup plus rapide dans sa croissance qu'on n'avait pu l'espérer. Tous les détails qui seront consignés dans cet article vont prouver jusqu'à l'évidence la certitude de cette proposition.

§. II.

Conditions de la fermentation vineuse.

9. Je nomme conditions de la fermentation vineuse les circonstances nécessaires à sa formation, et sans lesquelles elle ne pourrait pas avoir lieu; une fois connues, il ne s'agit plus que de les faire naître, et de les réunir pour exciter ce mouvement, ou bien de les détruire, ou de les empêcher d'avoir lieu, pour arrêter cette fermentation, pour mettre un obstacle à son développement. On verra bientôt qu'on se sert en effet de l'une ou de l'autre de ces circonstances pour modifier, comprimer, accélérer ou retarder, favoriser ou gêner la fermenta-

tion vineuse, et faire naître ainsi des différences plus ou moins importantes dans les vins.

10. La première condition indispensable est la présence d'une matière sucrée. Toutes les observations se réunissent pour prouver qu'il n'y a que cette matière végétale qui soit susceptible d'éprouver la fermentation vineuse, que sans elle on n'aurait jamais de vin, et que tous les liquides végétaux qui en contiennent la subissent plus ou moins facilement, et fortement. Aussi tous les sucs de fruits sucrés, et sur-tout le suc de canne à sucre, celui de raisin, de figues, de cerises, de prunes, d'abricots, de pommes et de poires, passent-ils, avec la réunion d'ailleurs des autres circonstances dont je parlerai, à la fermentation vineuse, quelle que soit leur différence d'ailleurs; aussi les matières végétales non sucrées ne deviennent-elles susceptibles de donner du vin, que lorsqu'on y a produit par la fermentation saccharine préliminaire une quantité plus ou moins grande de substance sucrée, comme dans l'orge, le maïs, etc. Voilà pourquoi j'ai placé cette dernière au premier rang des fermentations.

11. Cependant le sucre seul et pur n'éprouve jamais le mouvement intestin qui doit le convertir en vin. Tout le monde sait que, solide et cristallisé, il est absolument inaltérable, et reste dans cet état sans subir aucune espèce de changement. Le sirop pur est dans le même cas; et quoique l'eau soit une des conditions essentielles et indispensables pour la naissance de la fermentation vineuse, jamais l'eau et le sucre, combinés l'un avec l'autre, ne présentent les phénomènes qui accompagnent ce mouvement, et n'en fournissent le produit. C'est un fait bien constaté aujourd'hui par des expériences exactes, et qui résulte particulièrement de celles des frères Boucherie, qui, dans la raffinerie de sucre de Bercy près Paris, ont fait beaucoup d'observations importantes et précises sur cette matière.

12. La proportion d'eau est une des conditions essentielles de la fermentation vineuse; pour l'éprouver, il faut que la matière sucrée soit dissoute et bien liquide; trop de liquidité y

nuit cependant et fait souvent outre-passer le terme de ce mouvement, en amenant promptement celui qui en est la suite ; une viscosité trop grande lui est également défavorable, et ne permet pas qu'elle s'établisse : aussi, quand la liqueur destinée à faire le vin est trop épaisse, on se contente d'y ajouter de l'eau ; et quand elle est trop fluide, on y ajoute du sucre ou une matière sucrée quelconque qui lui donne une consistance plus forte.

13. Il faut aussi, pour la production de ce mouvement, une température un peu élevée. Jamais la fermentation vineuse ne s'établit au-dessous de douze degrés du thermomètre de Réaumur ; elle commence à cette hauteur, et elle va rapidement à seize ; elle est trop prompte au-dessus de vingt, et demande alors à être conduite avec précaution et ménagement pour l'empêcher d'outre-passer la production du vin. Si le pays et la saison sont trop froids, on échauffe artificiellement ; dans des circonstances opposées, on place les matières fermentantes à l'ombre et dans des lieux bas.

14. J'ai dit que le sucre et l'eau seule ne pouvaient jamais subir la fermentation vineuse ; en effet, il est essentiel que quelques matières étrangères y soient ajoutées : et c'est ce qu'on voit dans tous les sucs de fruits qu'on y soumet. Ils contiennent tous, outre le sucre et l'eau, du mucilage, de la fécule, des parties colorantes, des acides, des acidules, des sels. Voilà pourquoi les sirops pharmaceutiques qui contiennent même quelquefois peu de substances étrangères au sucre et à l'eau, fermentent ; mais s'ils en sont abondamment chargés, ils passent beaucoup plus vîte à cette fermentation, et sont plus difficiles à conserver. Il paraît qu'une matière quelconque, susceptible de diviser la liqueur sucrée, suffit pour devenir ferment, et qu'elle n'a pas besoin d'être d'une nature particulière, ni d'avoir subi déja la fermentation vineuse pour en communiquer le mouvement. C'est ainsi qu'outre la propriété connue de toutes les liqueurs végétales sucrées et mixtes

d'éprouver spontanément la fermentation vineuse, on sait que la salive, le lait, la chair elle-même, sont souvent capables d'exciter et de hâter cette fermentation dans les liqueurs végétales.

15. Une grande masse, un grand volume favorisent beaucoup la production et la force de la fermentation vineuse : en général, plus les cuves où l'on fait le vin sont grandes, et plus on a observé que le vin acquérait de qualité ; une petite quantité de liqueur sucrée n'éprouve jamais, ou n'éprouve que difficilement cette espèce de fermentation, tandis qu'elle passe très-vîte à la fermentation acide : on va voir bientôt à quoi tient cette différence.

16. Le contact de l'air a été regardé par presque tous les chimistes comme une des conditions indispensables de la fermentation vineuse ; il ne sert cependant que de réservoir ou de récipient, dans lequel s'élève le gaz acide carbonique qui se dégage. Ce n'est pas par sa propre nature chimique que l'air est utile ; il n'entre pas comme élément dans la liqueur fermentante : voilà pourquoi cette fermentation a lieu dans des vaisseaux fermés, pourvu que des tubes puissent conduire le gaz dégagé dans un réservoir destiné à cet usage, comme l'a fait Lavoisier. Mais si la matière qui doit fermenter est fortement comprimée, si au lieu d'avoir un libre contact avec l'air, ou un tube qui serve de conducteur au gaz, elle est enfermée sous des bouchons qui empêchent entièrement la sortie du fluide élastique ; alors il n'y a pas de fermentation, ou il n'y en a qu'une imparfaite, parce qu'il n'y a pas de dégagement gazeux.

§. III.

Phénomènes de la fermentation vineuse.

17. Aussitôt que la fermentation s'établit dans une matière végétale sucrée, étendue d'eau, mélangée d'une ou de plusieurs

autres substances, et placée dans toutes les circonstances ou conditions nécessaires à son existence, dont on vient de parler, sa naissance, son état et son terme s'annoncent par une série de phénomènes qui non seulement lui appartiennent en particulier et la caractérisent, mais encore deviennent pour l'observateur des indices certains de sa marche et de ses modifications. Il est donc important de décrire avec soin ces phénomènes, puisqu'outre les avantages précieux que je viens d'énoncer, ils peuvent encore guider le philosophe dans la recherche des causes de la fermentation vineuse.

18. Cette fermentation commence après quelques heures ou quelques jours, suivant l'élévation de température à laquelle sont exposées les liqueurs végétales sucrées, ou suivant la quantité de ces matières ; elle s'annonce par un mouvement qui agite la liqueur, qui en déplace successivement les masses, qui transporte dans sa continuité les corps solides, les pellicules, les râfles, les pepins, et qui les promène dans le liquide. Les liqueurs en fermentation s'échauffent de dix-huit à vingt degrés ; elles se troublent : on y voit, lorsque l'opération est faite dans un lieu bien éclairé, ou dans des vaisseaux transparens, comme dans les essais en petit, des stries comme huileuses qui semblent tendre à se séparer du liquide, et à en occuper la partie supérieure. On dirait que les liqueurs se partagent dès-lors en deux espèces distinctes qui s'isolent l'une de l'autre.

19. Les liquides fermentans augmentent sensiblement de volume, et s'élèvent dans les cuves ; ils se couvrent d'une écume quelquefois très-volumineuse qui entraîne avec elle tous les corps étrangers et solides ; c'est ce qu'on nomme le chapeau dans les cuves où l'on fait le vin. Cette écume est produite, ainsi que le soulèvement de toute la masse fermentante, par le dégagement du gaz acide carbonique, qui adhère pendant quelque temps à la liqueur encore visqueuse ; qui s'attache, en se dégageant, aux matières solides mêlées à cette liqueur, et les enlève avec lui ; qui, mis bientôt en liberté, remplit

le haut des cuves, et forme cette atmosphère pernicieuse pour ceux qui foulent sans précaution la vendange, et dans laquelle Priestley et Chaulnes ont fait les premiers des expériences intéressantes citées ailleurs : le résultat de celles-ci a été que ce gaz est de la même nature que celui que l'on tire de la craie et des alcalis par effervescence, qui se forme par la combustion du charbon, qui remplit la grotte du chien, qui minéralise les eaux acidules nommées, à cause de cela, *eaux spiritueuses*; c'est enfin de l'acide carbonique pur, entraînant avec lui de l'eau et un peu de vin même en dissolution.

20. La quantité de gaz acide carbonique dégagé dans cette opération est très-considérable ; son dégagement commence au moment où la fermentation vineuse s'établit et dure jusqu'à ce que le vin soit tout-à-fait formé. Pour que cette liqueur soit la plus forte et la plus alcoolifère possible, il faut laisser entièrement dégager ce gaz : quand on tire le vin avant son dégagement complet, on a ce qu'on nomme du *vin mousseux*, et qui n'est pas terminé dans sa fermentation. C'est à une portion de vin en vapeur qu'entraîne en dissolution ce gaz, sur-tout à la fin de son dégagement, qu'est due la propriété qu'il a, lorsqu'on le dissout dans l'eau, de se convertir en vinaigre, suivant l'observation intéressante du citoyen Chaptal. C'est à ce gaz que sont dues les asphixies auxquelles sont exposés les vignerons qui descendent imprudemment et trop profondément dans les cuves pour fouler le raisin. On peut s'assurer de la hauteur à laquelle il s'élève, en plongeant des bougies allumées dans le haut des cuves; on doit, en y descendant, tenir sa tête au-dessus de cette hauteur. On verra plus bas que cette production abondante d'acide carbonique pendant la fermentation vineuse est une des circonstances qui ont le plus éclairé Lavoisier dans la recherche du mécanisme de cette belle opération.

21. A mesure que tous ces phénomènes ont lieu, la liqueur, de plus en plus gonflée, écumante, agitée, échauffée, bruyante même par le sifflement dû au dégagement d'acide carbonique; (ce

qui fait dire qu'elle bout), change bientôt de nature. De douce et sucrée qu'elle était, elle devient âcre, piquante, chaude; de visqueuse et gluante, elle passe à un état très-liquide et très-léger : alors tous ses mouvemens s'appaisent peu à peu; elle diminue de volume; elle se refroidit : son écume disparaît; les matières étrangères qui s'étaient élevées à sa surface se précipitent et se déposent à son fond; la liqueur s'éclaircit, et le vin est fait. On le décuve ou on le tire, et on le met dans des tonneaux. Après lui s'écoule le gaz acide carbonique, qui baisse dans la cuve à mesure que le vin baisse lui-même et lui cède sa place.

22. La fermentation vineuse présente une foule de variétés dans la force, la rapidité et la durée des phénomènes qui viennent d'être décrits, suivant une grande quantité de circonstances diverses où les matières fermentantes se trouvent. La nature des sucs végétaux différens, leur état plus ou moins visqueux, épais et sucré, ou liquide et peu sucré, la maturité des fruits, la température, le lieu, la forme des vases, la quantité du liquide, les mélanges de corps étrangers plus ou moins abondans, tels que les rafles, les pepins, les pellicules, tout y apporte des modifications qu'on considère avec beaucoup de soin dans l'art de faire le vin, le cidre, la bière, le vin de cannes, etc. La chaleur trop faible fait languir la fermentation; une liqueur trop peu sucrée, comme elle a lieu avec les fruits non mûrs dans les années pluvieuses, donne un vin faible, fermente mal, et tourne souvent à l'aigre; on la corrige en en évaporant une partie, ou en ajoutant du sucre qui y manque; une liqueur trop visqueuse exige l'addition de l'eau.

§. I V.

Du produit immédiat de la fermentation vineuse ou du vin.

23. Il ne doit pas être question ici de faire une histoire détaillée de l'art de fabriquer les vins, de faire connaître dans tous leurs détails les propriétés et les différences des espèces de vins si variées et si multipliées, d'en décrire les bonnes et les mauvaises qualités, les maladies ou les altérations, les moyens de les corriger, leur entretien. Ces objets, tous très-importans, ne sont pas compris dans la théorie générale de la science; ils appartiennent à ses applications. Je ne dois traiter ici de ce qui peut y avoir rapport, que très-légèrement et sous le point de vue de la plus grande généralité. La connaissance de ce produit immédiat de la fermentation vineuse et de ce qui peut éclairer son analyse et sa composition appartient seule aux élémens de la science. Je ne parlerai donc du vin que par rapport à ses différences générales, à son analyse, et à ses usages.

A. *Des principaux vins.*

24. Tout le monde sait qu'aucun produit des arts ne varie autant que le vin; que chaque canton où on cultive la vigne a son vin particulier, souvent reconnaissable et bien caractérisé par sa saveur et son odeur; que la manière de le fabriquer y contribue beaucoup, quoiqu'on soit en général plus porté à attribuer ses différences au terroir et à la culture qu'à la fabrication même; qu'il serait superflu et impossible même de désigner, par une description particulière, les innombrables variétés que présente cette liqueur, même dans la seule étendue de la République Française, le pays du

monde le plus riche en vins et en meilleurs vins. Il ne peut donc être traité ici que de quelques généralités, et de celles qui sont les plus importantes sur les différences des vins entre eux; et ce sera spécialement celles qui découlent des différens végétaux avec lesquels on les fabrique, qui fixeront plus particulièrement mon attention à cause de leur importance.

25. Les vins les meilleurs et les plus recherchés sont ceux que l'on fabrique avec le suc de raisin. La propriété de ce suc de former le meilleur des vins connus ne dépend pas de ce qu'elle contient le plus de matière sucrée, car sous ce point de vue le suc de la canne à sucre devrait le fournir, mais de ce que ses principes sont tellement liés entre eux, qu'il en résulte la combinaison la plus homogène, la plus uniforme et la plus douce qui puisse exister; celle qui plaît le plus généralement aux hommes. On distingue le vin rouge et le vin blanc: le premier est dû à ce que, cuvé plus long-temps, il a tiré toute la partie colorante des pellicules du raisin; le second se fait souvent avec des raisins colorés, mais dont on retire la liqueur avant qu'elle se soit teinte. Outre toutes les circonstances générales de la fermentation vineuse citées ci-dessus, il faut savoir que chaque espèce de raisin a sa manière propre et particulière de fermenter; qu'on en extrait le suc quand on veut faire du vin fin; qu'on le laisse cuver plus ou moins long-temps avant de le mettre en tonneaux; qu'il continue à fermenter encore dans ces vaisseaux et à prendre la qualité de vin fait; qu'il est sujet à un grand nombre de modifications; qu'il dépose du tartre; que sa matière colorante se sépare peu à peu et se colle sur les parois des vases ou se combine avec le sucre; qu'il se conserve plus ou moins suivant sa force et sa consistance; que quelquefois, lorsqu'il est très-généreux, il peut être gardé des années entières; qu'il prend plus de qualité par cette conservation, jusqu'à un certain terme, et qu'ensuite il décheoit et perd continuellement jusqu'à sa décomposition totale.

26. Il est utile de donner une idée générale de la différence spécifique des vins. La France en produit un grand nombre d'excellens. Ceux nommés de Bourgogne sont les meilleurs de tous pour l'usage journalier ; leurs principes sont parfaitement combinés, et il n'y en a aucun qui domine ; ils prennent beaucoup de qualité pendant six à huit ans, et ils perdent ensuite, mais très-lentement, et se conservent en général très-bien. Les vins dits de l'Orléanais ont des qualités rapprochées de celles des vins de Bourgogne, lorsque le temps a dissipé leur verdeur et combiné intimement leurs principes. Les vins rouges de la ci-devant Champagne sont très-délicats ; le vin blanc non mousseux est très-préférable au mousseux, qui n'est point assez fait, qui n'a point assez fermenté, qui ne contient point ou presque point d'alcool, et qui devient bien plat quand il a perdu son acide carbonique. Les vins des ci-devant Languedoc et Guyenne sont foncés en couleur, très-toniques, sur-tout quand ils sont vieux. Ceux du ci-devant Anjou sont très-spiritueux et enivrent promptement. Les vins d'Allemagne, du Rhin et de la Moselle sont blancs et très-alcooliques ; ils se conservent longtemps ; quelques vins d'Italie, ceux d'Orviette, de Vicence, le *Lachryma Christi*, sont bien fermentés et imitent assez bien les bons vins de France. Ceux d'Espagne et de Grèce sont en général cuits, doux, peu fermentés et mal-sains ; excepté cependant ceux de Rota et d'Alicante, qui passent pour des cordiaux très-utiles. Les vins du Cap de Bonne-Espérance sont peut-être les meilleurs et les premiers de tous les vins.

27. Les pommes et les poires aigres et âpres contiennent un suc qui fermente assez bien, et qui donne le cidre et le poirée. En laissant reposer le cidre sur sa lie, il acquiert de la force ; lorsqu'on le tire à clair on forme le cidre fin ; en y ajoutant du suc frais de pommes on fabrique du cidre doux qui continue à fermenter, et qui contient beaucoup de

gaz acide carbonique. Cette liqueur se rapproche des propriétés du vin ; elle en diffère cependant, parce qu'elle tient moins de tartre et beaucoup de substance muqueuse sucrée qu'on en extrait facilement par l'évaporation. C'est pour cela qu'en distillant le cidre sans précaution on en tire une eau-de-vie empyreumatique de mauvaise qualité. Mais une distillation soignée et dans laquelle on évite de brûler le résidu, fournit une eau-de-vie très-bonne, suivant les expériences du citoyen Darcet. On sait que les pommes douces ne donnent que du cidre plat et très-altérable.

28. Les cerises fournissent aussi, par la fermentation, une espèce de vin d'où l'on extrait, par la distillation, l'espèce d'eau-de-vie connue sous le nom de *kirchenwasser*. Les abricots, les pêches, les prunes, forment aussi des vins qui ne manquent point de qualité lorsqu'ils sont bien préparés. Le suc de figues, étendu d'eau, en donne également un très-fort et très-généreux qu'on ne fabrique point, parce que dans les pays où ce fruit est abondant on a de très-bonnes vignes. Le suc de plusieurs espèces de palmier fermente également et forme une liqueur vineuse très-enivrante dont on use dans l'Orient. Le suc de la canne à sucre, encore impur et délayé dans l'eau, éprouve une grande fermentation, donne un vin trop fort et trop âcre pour être bu dans cet état, mais fournit une eau-de-vie très-forte, qu'on nomme dans nos colonies *rhum*, *taffia* ou *guildive;* le nombre des matières végétales sucrées qui peuvent former du vin est, comme on voit, très-considérable ; et chaque pays peut en fabriquer de différens, suivant l'espèce de plantes que son sol rapporte et nourrit.

29. Les semences des graminées, germées et délayées dans l'eau après la fermentation, donnent plus ou moins facilement et abondamment des liqueurs vineuses. C'est particulièrement l'orge qu'on emploie à cet usage, quoiqu'on puisse y faire servir le froment, le maïs, le seigle. Le riz même

donne en Orient cette espèce de liqueur alcoolique connue sous le nom de *rack*. L'art du brasseur consiste dans les procédés suivans. On fait tremper l'orge pendant trente ou quarante heures dans l'eau pour le ramollir ; on laisse germer cet orge mis en tas ; on le sèche ensuite à la *touraille* ou fourneau carré terminé par une trémie sur laquelle on étend l'orge germé ; on le crible pour en séparer les germes sortis des grains et qu'on nomme *touraillons* ; on le moud en une farine nommée *malt* ; on délaie cette farine dans la cuve *matière* avec de l'eau chaude, qui dissout le mucilage sucré : on appelle cette dissolution *premier métier* ; on la reverse de nouveau sur le *malt*, après l'avoir fait chauffer, et elle forme le *second métier* ; on la fait cuire ou bouillir quelque temps et on met à fermenter avec du houblon et de la levure dans une cuve nommée *guilloire*. Quand la fermentation est appaisée, on l'agite ou l'on bat la guilloire ; on tire la bière dans des tonneaux : la fermentation secondaire ou suite de la première en soulève une écume nommée *levure*, qui sert à exciter la fermentation de la décoction d'orge dans la cuve guilloire.

B. *De l'analyse du vin.*

30. Quelque différentes que soient les diverses espèces de vins dont je viens de faire mention, elles se ressemblent cependant toutes dans leurs propriétés générales et dans la manière dont elles se comportent à l'analyse à laquelle on les soumet. Ce sont toujours des liqueurs plus ou moins colorées, d'une saveur piquante et chaude, d'une odeur plus ou moins aromatique, qui raniment et fortifient à une petite dose, et qui, à une plus grande, portent dans les idées et dans les mouvemens des animaux cette confusion, cette agitation, cette vacillation qu'on nomme *ivresse*. Toutes contiennent un principe commun et identique auquel sont dus leurs effets semblables.

31. En effet tous les vins donnent également par l'action du feu cette liqueur âcre et inflammable qu'on nomme eau-de-vie, qui n'y diffère que par la proportion, la facilité ou la difficulté de son dégagement, et son odeur particulière servant à faire reconnaître l'espèce de vin qui la fournit. Ils diffèrent ensuite les uns des autres par la proportion de tartre qu'ils contiennent cependant tous, ou dont très-peu au moins sont dépourvus; ils diffèrent encore par la quantité et la nature de la partie extractive et colorante; quelques-uns sont chargés de matière muqueuse plus ou moins abondante : c'est elle qui distingue spécialement le vin de pommes, de poires, de cerises, d'orge, ou les cidres et les bierres.

32. En prenant le véritable vin ou le vin de raisin pour exemple, c'est un composé d'une grande quantité d'eau, de matière volatile et inflammable très-voisine de la nature de l'alcool sans l'être encore, de tartre en quantité diverse, d'une matière extractive colorante oxigénée, et d'une proportion plus ou moins grande d'acides végétaux. Ce composé s'unit en toutes doses à l'eau, quoiqu'il soit souvent plus léger qu'elle et qu'il tende à la surnager. Il s'unit sans décomposition à beaucoup de substances, et notamment à quelques métaux qu'il attaque, et à presque tous les oxides métalliques dont il dissout une partie, comme le prouvent les opérations de pharmacie dans lesquelles on fait le vin antimonié ou *émétique*, et le vin ferrugineux ou *vin chalybé*. Il dissout beaucoup de substances végétales, les mucilages, les extraits, les parties colorantes, et c'est ainsi qu'on fait les vins médicinaux, tels que le scillitique, l'astringent, l'antiscorbutique, le laudanum de Sydenham.

33. Tous les acides avivent la couleur du vin, qui la doit en partie à la présence d'un de ces corps; les alcalis la foncent et la font plus ou moins tourner au violet. On l'unit souvent à l'alun pour le rendre plus durable : on reconnaît la présence de ce sel par l'addition des alcalis, qui

en séparent de l'alumine colorée en violet, une espèce de lacque. Souvent aussi on adoucit son aigreur avec de l'alcali ou de la craie. Cette base se retrouve en chaux dans son extrait brûlé. La plus dangereuse combinaison que l'on fait avec le vin pour l'adoucir et lui donner une saveur sucrée, c'est celle des oxides de plomb. Cette liqueur donne la colique des peintres ou de Poitou. On reconnaît surement la présence de ce métal, avec l'eau chargée d'hidrogène sulfuré, que j'ai proposée le premier il y a 15 ans, et qui est bien préférable aux sulfures alcalins dont l'effet est incertain et trompeur, à cause des acides naturels des vins qui les précipitent ; tandis que l'hidrogène sulfuré n'est précipité que par les oxides métalliques. On s'assure d'ailleurs de la présence du plomb plus positivement encore par l'extrait du vin qu'on chauffe fortement dans un creuset, et qui donne des globules de ce métal. Lorsqu'il s'agit de juger d'un vin *lithargiré*, comme on l'appelle, on ne doit pas se contenter du précipité qu'il forme avec l'eau sulfurée; il faut traiter son résidu par la fusion. La présence du cuivre, dont le vin dissout aussi très-facilement et très-abondamment l'oxide vert, est démontrée par un barreau de fer qui en sépare le cuivre métallique dont ce barreau est bientôt reconvert.

34. La plus fréquente et la plus utile analyse qu'on fait sur le vin consiste à le traiter par l'ébullition dans des vaisseaux distillatoires. Il donne alors un produit liquide connu sous le nom d'*eau-de-vie*. Dans les laboratoires de chimie on le distille dans un alambic de cuivre étamé, auquel on adapte un récipient, et l'on a soin de refroidir le chapiteau en l'entourant continuellement d'eau froide. Dès que le vin bout dans l'alambic, il passe en gouttes non interrompues et très-rapprochées l'une de l'autre un liquide blanc légèrement opaque et laiteux, d'une saveur piquante et chaude, d'une odeur forte et suave, inflammable : c'est l'eau-de-vie. On continue l'opération jusqu'à ce que ce produit cesse d'être

inflammable et piquant, et à l'époque où ce n'est plus que l'eau acidule qui se condense. Si l'on continue l'opération on obtient de l'eau chargée d'un peu d'acide acéteux. Il reste ensuite dans le vase distillatoire une liqueur d'une couleur rouge foncée, qui n'a plus la saveur du vin, qui est au contraire acide et austère, trouble et toute remplie de cristaux de tartre qui s'en séparent. Ce fluide est alors entièrement décomposé; on ne peut plus lui rendre ses premières propriétés; il a une odeur aigre. En l'évaporant davantage on le réduit en un extrait d'un rouge brun, qui est décoloré par l'alcool, et qui laisse beaucoup de tartre après sa décoloration.

35. On fait en grand la distillation du vin pour obtenir l'eau-de-vie dans les pays où cette liqueur, très-abondante, est en même temps très-généreuse ou très-forte, spécialement dans plusieurs départemens méridionaux de la République, sur-tout dans les départemens qui remplacent le ci-devant Languedoc. C'est à Arnaud de Villeneuve, chimiste de ces contrées, qui vivait dans le treizième siècle, que l'on doit cette belle découverte. On distillait ou l'on y brûlait autrefois le vin dans des alambics de cuivre, surmontés d'un long col cylindrique étroit, terminé par une demi-boule creuse où les vapeurs se condensaient; cette espèce de chapiteau portait un bec ou tuyau peu large, qui recevait et faisait couler la liqueur dans un serpentin. Le premier changement qu'on a fait à cet appareil a été la diminution de la longueur du col; ensuite on a élargi les cucurbites, quoiqu'on ait long-temps resserré leur partie supérieure, et continué à la terminer par un col étroit auquel était soudé, par le haut, un chapeau en forme de cône renversé, portant à sa partie supérieure un petit bec conduisant les vapeurs par le serpentin renfermé dans un tonneau. Ces machines avaient un grand nombre de défauts par leur rétrécissement, qui fait retomber beaucoup de vapeur, par la hauteur de la

cucurbite, qui fait brûler le fond du vin, par les fourneaux qui chauffent mal et inégalement, par la forme du chapeau qui repousse la vapeur et refoule celle qui s'élève.

36. Suivant la dernière méthode adoptée par le citoyen Chaptal, qui a établi avec une grande sagacité des manufactures chimiques importantes à Montpellier, on doit employer des chaudières plus larges que hautes; leur fond est bouché en dedans pour porter l'action du feu également dans tous les points de la liqueur; elles ne sont que très-peu rétrécies par le haut et seulement pour recevoir un large chapiteau entouré de son réfrigérant; elles portent une rainure ayant un demi-décimètre de saillie et ses parois inclinées de soixante-quinze degrés, parce que cette inclinaison favorise l'écoulement des gouttes d'eau-de-vie condensée; le bec de ce chapiteau est entouré d'un réfrigérant dont l'eau s'écoule sans cesse et reste toujours froide : à l'aide d'un robinet, on n'a pas besoin de serpentin dans cet appareil; et l'opération donne une eau-de-vie excellente et abondante; on en tire environ d'un cinquième à un quart du poids du vin. Toutes les brûleries de vin modernes sont établies sur les mêmes principes, et donnent aussi un produit plus pur qu'on ne l'obtenait autrefois.

37. L'eau-de-vie, dans le procédé décrit, ne se dégage du vin qu'au moment où celui-ci est bouillant, et qu'à l'époque où il se décompose profondément; il est donc évident qu'elle n'y est pas entièrement formée ou contenue, qu'il faut cette température assez élevée non seulement pour la dégager mais encore pour achever d'en combiner les principes. En effet, du vin traité au bain-marie ne donne qu'une eau peu fragrante et point d'alcool, et c'est ainsi même qu'on distingue du vin naturel et pur d'avec celui qui est formé artificiellement par l'union de l'eau-de-vie et de divers ingrédiens, ou d'avec celui auquel on a ajouté cette liqueur pour lui donner de la force. Ces deux derniers fournissent à la cha-

leur du bain-marie, et sans avoir besoin de bouillir, l'eau-de-vie qui y a été mise toute faite ou ajoutée.

38. C'est sur-tout par la proportion différente de ce produit, nommé spiritueux ou alcolique, que les vins diffèrent le plus entre eux; on en obtient beaucoup plus des vins des départemens méridionaux des ci-devant Languedoc, Guyenne et Roussillon, que de ceux des départemens du centre qui remplacent la Bourgogne et la Champagne. Le vin de canne ou des sucs très-sucrés en fournissent une très-grande abondance, et il est même particulièrement fabriqué pour les rhumeries. On en obtient assez des bons cidres, et même des bières fortes, et si on les distille avec précaution, ces eaux-de-vie sont assez bonnes. Les vins verds et aigres, faits en général avec des raisins qui ne mûrissent pas, ne donnent que de l'eau-de-vie faible, et peu abondante. Les vins mousseux, chargés d'acide carbonique, dont la fermentation a été arrêtée, n'en fournissent point ou presque point. Il y a encore beaucoup d'expériences à faire pour bien connaître au reste les différentes espèces de vin sous le rapport de l'eau-de-vie qu'ils peuvent donner, et beaucoup de tentatives pour en tirer des végétaux fermentiscibles qui n'ont point été essayés, ou qui ne l'ont été qu'imparfaitement.

39. Souvent on ne distille que les lies, formées de tartre et d'extractif déposés et imprégnés de liqueur vineuse, pour en extraire l'eau-de-vie. Souvent encore on ne brûle que les vins déja altérés, qui commencent à se détériorer, à tourner à l'aigre, et qui ne peuvent plus être bus. On se sert aussi des lies pour en obtenir de la potasse: après en avoir retiré l'eau-de-vie par la distillation, on les brûle à l'air libre ou dans des fours; l'acide tartareux se décompose; on pousse la combustion ou l'incinération jusqu'à brûler tout le charbon, et réduire la cendre à l'état de potasse caustique et de carbonate de potasse. Cette sorte d'alcali porte, dans les arts,

le nom de *cendres gravelées*. En les analysant avec soin on y trouve, outre la potasse caustique et le carbonate de potasse, un peu de sulfate de potasse, de sulfate de chaux, d'oxide de fer et de manganèse. Les quatre matières sont toutes contenues dans les vins; mais elles y varient singulièrement en quantité. Il y a des cendres gravelées qui ne contiennent pas d'oxides métalliques, tandis qu'il n'y en a pas qui ne contiennent les deux sulfates indiqués.

40. L'eau-de-vie, qui n'est presque que de l'eau chargée d'alcool, cesse bientôt d'être cette simple combinaison, en raison des procédés qu'on suit pour la conserver. On la met, aussitôt qu'elle est obtenue, dans des barriques de bois de chêne neuf; le liquide agit très-promptement sur le bois, et dissout une matière extractive, colorante et résineuse, qui lui donne une couleur ambrée, une légère saveur et une odeur aromatique, ainsi qu'une sorte de consistance un peu onctueuse ou savonneuse, et la propriété de former une écume persistante à sa surface par l'agitation: c'est ce que dans le commerce on nomme *faire le chapelet*. Cette matière colorante de l'eau-de-vie se fonce avec le temps, et c'est à son intensité ainsi qu'à celle de la qualité onctueuse que prend l'eau-de-vie, qu'on juge son âge. Comme on estime beaucoup l'eau-de-vie vieille, on a trouvé tout simple de lui communiquer promptement les qualités qui la caractérisent alors, en jettant dans cette liqueur, récemment préparée, des copeaux de bois de chêne neuf, auquel elle enlève rapidement cette matière colorante et cet extractif onctueux. C'est également à cette matière étrangère qu'est due la portion d'extrait fauve ou rougeâtre, et d'huile concrète et grasse que Dubuisson a retirée du résidu de l'eau-de-vie distillée en grande quantité.

C. *Usages.*

41. Les usages des vins sont si généralement répandus qu'il

semble presque inutile d'en traiter ici en particulier : aussi n'en dirai-je que peu de chose sous le rapport de boisson. On sait assez que ces liqueurs, devenues pour la plupart des hommes presque un besoin de première nécessité, soutiennent les forces, augmentent le ton des fibres, la mobilité et la contractilité des muscles et la force irritable en général ; mais que l'abus, auquel trop d'hommes sont si disposés, produit de grands maux, en finissant par affaiblir et même détruire entièrement la puissance digestive, ainsi que le ton des organes mobiles ; qu'il donne naissance aux engorgemens lymphatiques, aux obstructions, à l'hydropisie. On connaît sur-tout cet effet si remarquable de l'ivresse, dont on a encore si peu expliqué la cause, et que produisent les liqueurs, quelquefois avec une célérité si extraordinaire. On doit observer sur-tout que cette ivresse du vin n'est pas la même que celle qui est occasionnée par l'opium, par l'ivraie, *lolium temulentum*, par les plantes vireuses en général, le *datura stramonium*, l'*atropa mandragora*, la *jusquiame*, le *conium maculatum*, le *solanum*, etc.

42. Le vin est un excellent remède pour les personnes qui n'en font pas habituellement usage ; c'est un tonique, un stomachique, un corroborant, un cordial très-puissant. On l'emploie souvent comme un véhicule ou comme un excipient, pour la préparation d'un grand nombre de composés pharmaceutiques. On a renoncé depuis long-temps au procédé ridicule de faire fermenter des végétaux médicamenteux avec le suc de raisin, dans l'intention de lui communiquer par l'acte même de la fermentation les propriétés de ces plantes ; on se contente de s'en servir comme dissolvant, et l'on choisit les espèces de vin appropriées à la nature et aux qualités des composés qu'on veut en préparer. Le vin est spécialement et exclusivement destiné à l'extraction de l'eau-de-vie, et celle-ci à la distillation de l'alcool, dont je vais examiner les propriétés.

§. V.

Du produit éloigné de la fermentation vineuse ou de l'alcool.

A. *Des moyens de le préparer ou de l'extraire de l'eau-de-vie.*

43. Je nomme l'alcool produit éloigné de la fermentation vineuse, parce qu'on a vu qu'il n'est pas tout contenu dans le vin, qu'on ne l'en obtient qu'en le décomposant à l'aide de la chaleur de l'ébullition, et qu'il en est véritablement le produit éloigné, ou le résultat d'une dernière analyse. Cette liqueur est une des matières les plus utiles à la société et à la chimie; elle mérite d'être examinée avec soin. Les chimistes, avant la doctrine pneumatique, n'en avaient qu'une connaissance très-imparfaite, et que des idées erronées. Depuis Lavoisier on en a une notion beaucoup plus exacte.

44. L'eau-de-vie que l'on obtient, comme on l'a vu, en distillant le vin à feu nu, est un composé d'alcool, d'eau, et d'une petite portion de matière huileuse et extractive, quand elle a séjourné quelque temps dans des tonneaux. Pour séparer ces substances et obtenir l'alcool pur, on emploie l'action du feu et le procédé de la distillation. Il y a plusieurs procédés pour obtenir l'alcool. Quelques chimistes conseillent de distiller l'eau-de-vie au bain-marie un assez grand nombre de fois, pour en tirer tout ce qu'elle contient de cette matière. Ils recommandent de séparer le premier quart du produit de la première distillation, et de mettre également à part la première moitié du produit des distillations suivantes; de mêler ensemble tous ces premiers produits, et de les rectifier à une chaleur douce. La première moitié de liqueur qui passe dans cette rectification est l'alcool le plus pur et le plus pénétrant; le reste est un alcool moins actif, mais encore très-bon pour les usages ordinaires.

45. Rouelle prescrivait de retirer, par la distillation au bain-marie, la moitié de l'eau-de-vie employée. Ce premier produit est de l'alcool commun ; en le rectifiant deux fois de suite, et en ne recueillant qu'environ les deux tiers de ce premier produit, on obtient de l'alcool plus fort, que l'on distille de nouveau avec de l'eau, d'après le procédé de Kunckel ; l'eau sépare l'alcool de l'huile qui l'altérait ; on rectifie cet alcool déja distillé avec l'eau, et on est sûr alors de l'avoir parfaitement pur et aussi rectifié qu'il est possible. Le résidu de l'eau-de-vie distillée n'est qu'une eau chargée de matière extractive, et d'une résine colorante, ainsi que recouverte d'une espèce d'huile concrescible dont j'ai déja parlé.

46. On conçoit aisément que ce fluide, d'après les différens procédés que l'on emploie pour le préparer, peut avoir différens degrés de force et de pureté. On a cherché depuis long-temps des moyens de reconnaître sa pureté. On a cru d'abord que l'alcool, qui s'enflamme facilement et qui ne laisse aucun résidu, était très-pur ; mais on sait aujourd'hui que la chaleur, excitée par sa combustion, est assez forte pour dissiper toute l'eau qu'il pourrait contenir. On a long-temps employé la preuve de la poudre. Lorsque l'alcool allumé dans une cuiller sur de la poudre à canon ne l'enflammait pas, il était regardé comme mauvais ; si, au contraire, il y mettait le feu, on le jugeait très-bon. Mais cette épreuve est fautive et trompeuse ; car en mettant beaucoup du meilleur alcool sur peu de poudre, l'eau qu'il fournissait dans sa combustion humectait la poudre, et elle ne s'allumait point : tandis qu'on pourrait l'enflammer en faisant brûler à sa surface une très-petite quantité d'alcool chargé d'eau. Ce moyen n'était donc pas plus sûr que le premier.

47. Boerhaave a donné un très-bon procédé pour connaître la pureté de ce fluide à l'aide de l'alcali fixe. En appropriant son moyen à l'état actuel de la science, il consiste à jeter dans l'alcool du carbonate de potasse bien sec et en poudre.

Ce sel s'unit à l'eau surabondante de l'alcool, et il forme, en s'y dissolvant, un fluide plus pesant et plus coloré que l'alcool, qui ne se mêle point avec ce dernier et qui le surnage. On verra que, dans le vrai procédé de Boerhaave, l'alcool pur dissolvait une partie de potasse pure existant dans l'alcali fixe ordinaire.

48. Plusieurs physiciens fondés sur ce que l'alcool est d'autant au-dessus de la légéreté de l'eau, qu'il est plus pur, ont imaginé des instrumens nommés *pèse-liqueurs* ou *aéromètres*, à l'aide desquels on détermine d'une manière assez exacte le degré de pureté ou de légéreté de ces fluides et de toutes les liqueurs volatiles. Ces instrumens, plongés dans l'alcool, s'y enfoncent d'autant plus que ce liquide est plus rectifié ; ils doivent être construits de manière à indiquer en même temps les températures de la liqueur, sans quoi ils donnent des idées fausses de la pesanteur de l'alcool. C'est ce qui fait que l'aéromètre de Baumé est défectueux et infidèle ; celui de Borie est plus avantageux, parce qu'il indique la température, aussi est-il aujourd'hui préféré dans le commerce des eaux-de-vie et des liqueurs alcooliques.

B. *Des propriétés physiques de l'alcool.*

49. L'alcool bien préparé et bien rectifié est un liquide transparent, très-mobile, d'une odeur vive, pénétrante et agréable, d'une saveur chaude, piquante, stimulante et âcre, qui semble même brûler le palais et la gorge. Il a, dans un degré beaucoup plus énergique que le vin, la propriété d'enivrer les animaux. On ne connaît pas la cause de cette propriété bien remarquable.

50. Ce n'est point assez de savoir que l'alcool est plus léger que l'eau, il faut encore connaître exactement le rapport de cette pesanteur. Dans l'alcool le plus rectifié, elle est à celle de l'eau :: 8.293 : 10.000. Dans celui du commerce, elle est

:: 8.371 : 10.000. Dans l'ouvrage du citoyen Brisson sur la pesanteur spécifique, il y a quinze pesanteurs diverses exprimées d'après les proportions réciproques d'alcool et d'eau depuis 1 jusqu'à 15; elles sont présentées dans l'ordre suivant, l'eau pure ou distillée étant supposée 10.000.

Alcool.	Eau.	Pesanteur.
Parties.	Parties.	
15	1	8.527
14	2	8.674
13	3	8.815
12	4	8.974
11	5	9.075
10	6	9.199
9	7	9.317
8	8	9.427
7	9	9.519
6	10	9.598
5	11	9.674
4	12	9.733
3	13	9.791
2	14	9.852
1	15	9.919

51. L'alcool est une des matières les plus volatiles qu'on possède en chimie, et cette propriété est d'accord avec sa légéreté singulière. Il s'évapore promptement à l'air, qui réunit, à la vérité, sa propriété dissolvante à l'expansibilité de ce liquide. Lorsqu'on le chauffe même légèrement dans des vaisseaux fermés, il s'élève et passe sans altération dans les récipiens : c'est par ce moyen qu'on le rectifie et qu'on le sépare du peu d'eau qu'il

pourrait contenir. Aussi les premières portions de ce liquide distillé sont-elles les plus suaves, les plus aromatiques et les plus pures. On croyait autrefois que, dans la distillation de l'alcool, il se dégageait toujours une grande quantité d'air : on sait aujourd'hui que c'est la partie la plus volatile qui se sépare de l'eau, et qui passe dans l'état de gaz. Il bout à soixante-quatre degrés, il est en violente ébullition à soixante-huit de la graduation de Réaumur. Quand on le tient plongé dans un vase fermé au milieu de l'eau chaude à soixante-douze degrés, il prend la forme gazeuse et la conserve tant que la température reste à cette élévation.

52. Il est beauconp meilleur conducteur du calorique que l'eau, il est bien plus dilatable qu'elle ; c'est pour cela qu'on l'emploie à la construction des thermomètres : il est aussi très-bon conducteur de l'électricité.

C. *Des propriétés chimiques de l'alcool comme dissolvant et non décomposé.*

53. Dans l'exposé des nombreuses propriétés chimiques dont jouit l'alcool, j'ai trouvé utile de distinguer celles qu'il offre dans l'intégrité de sa composition, ou les combinaisons dans lesquelles il entre tout entier souvent comme dissolvant quelquefois comme dissous, de celles ou des circonstances dans lesquelles il est plus ou moins altéré, décomposé. Peut-être même cette méthode pourrait-elle être adoptée dans l'histoire de tous les corps composés. Aux premières propriétés appartiennent les unions de ce liquide inflammable avec l'air, le soufre, le phosphore, l'eau, quelques acides, les alcalis, un assez grand nombre de sels et plusieurs substances métalliques. Je traiterai ici de chacune d'elles dans des numéros séparés.

54. L'alcool exposé à l'air s'évapore et s'y dissout à une température de dix degrés + o ; il ne laisse aucun résidu quand il est très-rectifié, et seulement quelques portions d'eau quand

il l'est moins ; plus la température de l'air est élevée, et plus il s'y dissout abondamment ou promptement ; à mesure que cette dissolution s'opère, il s'excite du froid sur les surfaces des vases d'où l'alcool s'échappe. On s'en aperçoit très-sensiblement en trempant les doigts dans ce liquide, et en les agitant ensuite dans l'air : on ne sait pas s'il a plus d'attraction pour le gaz oxigène que pour le gaz azote.

55. L'alcool n'a aucune action sur le soufre solide ou en poussière, ni à la simple température commune, ni par celle qui le fait bouillir. Mais quand les deux corps se rencontrent en vapeur, ils se combinent bien l'un avec l'autre ; il en résulte un alcool sulfuré fétide, qui dépose un peu de soufre blanc et se trouble en refroidissant, qui se précipite par l'eau, et où l'on trouve environ un soixantième de soufre ; il dissout mieux le gaz-hidrogène sulfuré, qui lui donne un peu de couleur, et qui se décompose dans cette combinaison par le contact du gaz oxigène et de tous les corps oxigénés, encore plus vîte que lorsqu'il est seul et dans l'état de gaz. L'alcool enlève l'hidrogène sulfuré aux eaux qui le contiennent à l'aide de la distillation.

56. L'alcool dissout aussi un peu de phosphore par la chaleur. Cette dissolution fétide se précipite par le contact de l'eau ; elle est très-lumineuse quand on l'agite dans l'obscurité. Au moment où on la verse dans l'eau pendant la nuit, elle laisse exhaler de sa surface de brillantes aigrettes lumineuses, et il s'en précipite un oxide de phosphore en poudre blanche. L'alcool paraît aussi susceptible de dissoudre le gaz hidrogène phosphoré.

57. L'alcool s'unit à l'eau en toutes proportions, et il y est parfaitement dissoluble. Cette dissolution se fait avec chaleur et elle forme des espèces d'eaux-de-vie factices d'autant plus fortes que l'alcool y est en plus grande quantité. L'affinité de combinaison entre ces deux fluides est si grande, que l'eau est capable de séparer de l'alcool plusieurs corps qui lui sont

unis, et que réciproquement l'alcool décompose la plupart des dissolutions salines et en précipite les sels. C'est d'après cette dernière propriété que Boulduc avoit proposé de se servir d'acool pour précipiter les sels contenus dans les eaux minérales, et pour les obtenir sans altération. On s'en sert dans une foule de circonstances. Comme l'union de l'alcool et de l'eau se fait avec dégagement de calorique, cette combinaison est plus dense que la proportion des deux liquides ne l'indique par le calcul de leur pesanteur spécifique. On sépare facilement l'alcool de l'eau par la distillation ; il passe le premier en vapeur, et c'est même, comme je l'ai dit plus haut, un bon moyen de le séparer complétement de l'huile qui lui est unie dans son état d'eau-de-vie.

58. Il n'y a que les acides faibles que l'alcool est susceptible de dissoudre sans éprouver d'altération : c'est ainsi qu'il dissout, à l'aide de la chaleur, l'acide boracique, qui lui donne la propriété de brûler avec une flamme verte. Il dissout aussi le gaz acide carbonique, qu'il condense et liquéfie plus qu'à la proportion d'un volume égal au sien. Il précipite au contraire de l'eau l'acide phosphorique concentré sous forme muqueuse ou presque concrète, ainsi que ceux des acides métalliques qui sont dissolubles dans le liquide aqueux.

59. On ne connaît pas de bases terreuses qui soient dissolubles dans l'alcool, mais les alcalis s'y combinent très-bien. La potasse et la soude pures ou caustiques s'unissent directement à l'alcool, comme le prouve la préparation connue depuis long-temps en pharmacie sous le nom de *teinture âcre de tartre*. Pour préparer ce médicament, on faisait fondre de la potasse dans un creuset, on la pulvérisait toute chaude, on la mettait dans un matras ; on versait de l'alcool très-rectifié trois ou quatre travers de doigt au-dessus de l'alcali ; on bouchait le matras avec un autre plus petit ; on les luttait ensemble, et on faisait digérer le tout au bain de sable, jusqu'à ce que l'alcool eût acquis une couleur rougeâtre. Il restait plus

ou moins d'alcali au fond du vaisseau. Tout ce qui était carbonate de potasse ne s'y dissolvait pas.

Le trop fameux *lilium* de Paracelse ne différait de la teinture âcre du tartre que parce que l'alcali fixe qu'on employait pour le préparer était mis dans l'état de causticité par la chaleur forte qu'on lui faisait subir. On faisait fondre ensemble parties égales de trois alliages nommés alors régules d'antimoine martial, jovial et de Vénus; on les réduisait en poudre, on les faisait détoner avec une fois et demie leur poids de nitre et autant de tartre; on poussait à la fonte, on pulvérisait ce mélange, on le mettait dans un matras, et on versait par-dessus de l'alcool bien sec, jusqu'à ce qu'il surnageât de trois ou quatre travers de doigt. Ce mélange, mis en digestion sur un bain de sable, prenait une belle couleur rouge, plus foncée que celle de la *teinture âcre de tartre*, et elle présentait tous les mêmes phénomènes; on pouvait faire cette dernière, entièrement semblable au *lilium* de Paracelse, en faisant digérer l'alcool sur l'alcali fixe caustique, au lieu de se servir de sel fixe de tartre, que l'action du feu ne privait pas entièrement d'acide carbonique, à moins qu'on ne le tînt rouge pendant long-temps.

Le citoyen Berthollet s'est assuré que ces teintures ne sont que des dissolutions de potasse caustique dans l'alcool, et qu'elles fournissent un moyen utile d'obtenir cet alcali très-pur, en le séparant par l'évaporation.

L'alcool a la même action sur la soude. Par cette dissolution, non seulement on obtient des alcalis fixes très-caustiques, très-purs, séparés de la silice, de l'alumine, et des sels neutres qui y sont si souvent unis après leur traitement par la chaux, en évaporant rapidement leur dissolution alcoolique dans un vaisseau d'argent; mais encore en exposant à l'air et au refroidissement lent leur dissolution saturée, elle donne des cristaux de potasse et de soude en belles lames blanches ou en prismes réguliers, groupés les uns avec les

autres. C'est le procédé qu'on emploie pour obtenir ces bases, et le seul qui les donne dans l'état cristallin.

L'ammoniaque s'unit avec chaleur à l'alcool; on l'en sépare, à l'aide de l'action du feu, parce que l'ammoniaque forme un gaz permanent; mais il retient en dissolution gazeuse un peu d'alcool, qui modifie son odeur et ses propriétés.

60. L'alcool dissout plusieurs substances salines. Macquer a déterminé, le premier, que les sulfates ne s'y dissolvaient que difficilement, que les nitrates et les muriates s'y unissaient beaucoup mieux, et qu'en général l'alcool dissolvait d'autant plus les substances salines que leur acide y était moins adhérent.

L'alcool bouilli sur les sulfates de potasse et de soude n'en a rien dissous. Les carbonates de potasse et de soude ne s'y unissent point; ces sels, non-dissolubles dans l'alcool, sont même précipités de l'eau par le réactif. La plupart des sels ammoniacaux se combinent à l'alcool. Ce sont sur-tout les sels terreux déliquescens, tels que les nitrates et les muriates calcaires et magnésiens qui s'y dissolvent abondamment. Bergman a même conseillé de s'en servir pour séparer les sels déliquescens d'avec les autres par une première lessive alcoolique, appliquée aux résidus d'eau minérale; on peut employer ce procédé pour faire cristalliser quelques sels très-difficiles à obtenir sous leur forme régulière.

Un grand nombre de sels métalliques sont aussi très-solubles dans l'alcool: tels sont sur-tout le sulfate de fer suroxigéné rouge ou à l'état d'*eau-mère*, le nitrate de cuivre, les muriates de fer et de cuivre, le muriate suroxigéné de mercure ou *sublimé corrosif*; tous les sels cuivreux donnent une une très-belle couleur verte à sa flamme. Depuis Macquer, le citoyen Guyton a donné, dans le Journal de physique, une table plus complète des degrés de solubilité des sels par l'alcool.

61. L'alcool n'a aucune action sur les matières métalliques,

ni sur leurs oxides, au moins sans être décomposé : on trouvera plus bas qu'il l'est souvent par les dissolutions des métaux dans les acides ; mais ce genre d'action est étranger à cette partie de son histoire, et sera retracé dans celle où il doit être question de sa décomposition.

62. Il est peu de matières végétales sur lesquelles l'alcool ne puisse exercer une action plus ou moins marquée, mais elle est plus ou moins prononcée suivant la nature diverse des matériaux immédiats des plantes.

Margraff a extrait, par l'alcool, une matière sucrée de la betterave, du chervis, du panais, etc. Depuis, on en a retiré par le même procédé des tiges de maïs et d'un grand nombre de fruits.

L'extractif s'y dissout très-bien en général, et d'autant mieux qu'il est plus oxigéné. Il donne constamment à l'alcool une couleur jaune fauve ou rougeâtre.

Les substances végétales qui s'unissent le mieux à l'alcool sont les huiles volatiles, le camphre, les résines, les baumes, et plusieurs matières colorantes.

63. On donne le nom impropre d'eau distillée, spiritueuse, à l'alcool, chargé par la distillation d'un peu d'huile volatile des végétaux odorans ; on a cru qu'il s'unissait, par cette opération, à un principe particulier de l'odeur qu'on nommait *esprit recteur* ou *arome* : je vais prouver que c'est une petite quantité d'huile qu'il emporte avec lui.

Pour obtenir ces fluides nommés *esprits odorans* ou *eaux distillées spiritueuses*, on distille au bain-marie l'alcool avec des plantes odorantes, ou avec leurs parties, hachées ou broyées. Ce liquide s'empare d'une portion de leur huile volatile, et se volatilise avec elle : aussi a-t-il la propriété de se précipiter et de blanchir avec l'eau distillée ; on en sépare une partie de cette huile qui le rend âcre en même temps que très-odorant en le rectifiant au bain-marie, à une chaleur très-douce, et en ayant soin de ne retirer que les trois quarts de

l'alcool qu'on a employé, afin d'être sûr de ne volatiliser avec lui que la petite quantité d'huile qui suffit pour lui donner de l'odeur. Le peu qu'il en contient par là est dissoluble dans l'eau que l'on ajoute, de sorte qu'alors il n'y a plus de précipitation par l'addition de ce liquide. Ces alcools odorans acquièrent une odeur plus agréable à mesure qu'ils vieillissent, et il paraît que le principe huileux et odorant se combine de plus en plus intimement avec l'alcool. L'huile volatile a tant d'attraction pour l'alcool que ce dernier est capable de l'enlever à l'eau. En effet, en distillant de l'alcool sur de l'eau chargée de l'odeur d'une plante, l'alcool lui enlève son odeur et la laisse entièrement inodore. Ce qui prouve cette théorie simple, c'est qu'on fait les eaux *spiritueuses de senteur* en dissolvant quelques gouttes d'huile volatile dans l'alcool, et c'est ainsi qu'on opère dans les parfumeries, comme dans les laboratoires où l'on prépare les liqueurs de table.

64. On peut charger l'alcool d'une beaucoup plus grande quantité d'huile volatile que par la distillation : alors, outre l'odeur, il prend une saveur âcre et brûlante ; l'eau qu'on y verse en précipite abondamment l'huile sous la forme de globules blancs et opaques ; mais il reste, après cette précipitation, la portion que l'eau peut dissoudre, de manière que la liqueur retient toujours une odeur plus ou moins forte. En général la petite quantité d'huile volatile qui suffit pour rendre l'alcool odorant y adhère avec une grande force, et on ne peut plus l'en priver par aucun procédé connu.

65. L'alcool dissout facilement le camphre à froid ; mais il le dissout en plus grande quantité lorsqu'il est aidé de la chaleur. Cette dissolution, bien chargée, comme d'un quart de son poids de camphre, mêlée avec de l'eau qu'on y ajoute peu à peu et par gouttes, fournit une végétation cristalline, observée par Romieu ; c'est un filet perpendiculaire sur lequel sont implantées des aiguilles qui s'élèvent contre le filet, sous un angle de soixante degrés. Cette expérience ne réussit que rare-

ment, et elle demande beaucoup de tâtonnemens pour la quantité d'eau, le refroidissement qui lui est nécessaire, etc. L'alcool camphré, uni à une grande quantité d'eau, laisse précipiter le camphre en flocons blancs concrets, très-purs et sans altération.

66. Toutes les résines sont dissolubles par l'alcool, mais beaucoup moins facilement et abondamment que les huiles volatiles. Ces dissolutions résineuses sont épaisses, plus ou moins colorées en jaune, en rouge ou en brun. L'eau les décompose sur-le-champ, et en précipite les résines en globules fins, blancs, opaques ou légèrement colorés.

Les baumes se dissolvent comme les résines dans l'alcool; quand on les en précipite par l'eau, leur acide benzoïque reste en dissolution, et leur partie résineuse seule se dépose.

Les gommes-résines ne sont qu'en partie dissolubles dans l'alcool; et en leur appliquant successivement ce liquide et l'eau, les chimistes en ont fait l'analyse.

Plusieurs parties colorantes, non seulement résineuses comme on l'a cru long-temps, mais encore extractives oxigénées, s'unissent à l'alcool et le colorent plus ou moins fortement : on peut aussi les en séparer par l'eau, mais souvent elles restent unies au moins en partie au mélange de ces deux liquides.

67. On a donné le nom de *teintures*, d'*élixirs*, de *baumes*, de *quintessences*, etc. aux composés de sucs huileux ou résineux et d'alcool, quand celui-ci est assez chargé de ces substances pour avoir beaucoup de couleur et pour précipiter abondamment par l'eau. Ces préparations pharmaceutiques sont, comme les alcools odorans aromatiques, ou simples lorsqu'elles ne contiennent qu'une matière en dissolution, ou composées lorsqu'elles en contiennent plusieurs à la fois. Ces médicamens sont préparés, en général, en exposant le suc en poudre, ou la plante sèche dont on veut dissoudre l'huile volatile, la résine, le baume ou l'extrait colorant, à l'action de l'alcool, que

l'on aide par l'agitation et par la chaleur douce du soleil ou d'un bain de sable. Lorsque l'on veut retirer les résines de plusieurs plantes ou substances végétales quelconques à la fois, on a soin de faire digérer d'abord la matière qui est la moins attaquable par l'alcool, et d'exposer successivement à son action les substances qui y sont le plus dissolubles. Lorsque ce dissolvant est autant chargé qu'il peut l'être, on le filtre à travers un papier fin ; quelquefois on fait sur-le-champ une teinture composée, en mêlant plusieurs teintures simples : telle est la manière de préparer l'*élixir de propriétés*, en unissant les teintures de myrrhe, de safran et d'aloès. On peut séparer les résines et les baumes de l'alcool en versant de l'eau sur les teintures, ou en les distillant ; mais, dans ces deux cas, l'alcool retient une partie d'huile volatile qu'on a nommée principe odorant de ces substances. L'eau n'est pas capable de décomposer les teintures formées avec ce qu'on nommait les extracto-résineux ou les résino-extractifs, c'est-à-dire, les extractifs très-oxigénés, comme on en trouve dans la rhubarbe, le safran, l'opium, la gomme ammoniaque, etc., parce que ces matières sont également dissolubles dans ces deux liquides.

D. *Des propriétés chimiques que l'alcool présente en se décomposant.*

68. Dans un grand nombre d'opérations chimiques que l'on fait avec l'alcool, il se comporte tout autrement qu'on vient de le dire ; il n'entre point tout entier dans des combinaisons : au contraire, il se décompose ou se modifie plus ou moins profondément jusqu'à se réduire à ses élémens constituans séparés les uns des autres : c'est de celle-ci qu'il va être actuellement question. Je rapporte les propriétés chimiques qui entraînent plus ou moins de décomposition dans l'alcool, à son traitement par une haute température, à son inflam-

mation, à son altération par les alcalis, par les acides, par les oxides ou par les dissolutions métalliques : l'examen des phénomènes qu'il présente dans chacune de ces circonstances, est une des parties les plus importantes de la chimie moderne.

69. Quand on fait passer l'alcool à travers un tube de porcelaine rougi au feu, il est décomposé ; on obtient de l'eau à l'extrémité, et le ballon qui reçoit sa vapeur a une odeur de brûlé ou d'empyreume ; il se dégage encore une certaine quantité de gaz hidrogène carboné et de gaz acide carbonique. Quelques chimistes assurent que dans cette opération on obtient un produit éthéré, et souvent en effet on a au moins une odeur fragrante analogue à celle de l'éther. Il se dépose aussi constamment sur les parois du ballon de petits cristaux blancs et brillans, qui ressemblent à de l'acide benzoïque, mais qui ont été reconnus par le citoyen Vauquelin pour une espèce d'huile volatile concrète. Le tube de porcelaine, cassé après l'opération, présente une suie noire très-fine sur ses parois. Cette opération, très-remarquable, n'a point encore été faite avec assez de soin pour qu'on puisse en décrire avec exactitude toutes les circonstances et en déterminer la cause avec précision. Tout ce qu'on voit positivement, c'est que l'alcool est décomposé, qu'il se forme de l'eau et un peu d'acide carbonique, qu'il se sépare du gaz hidrogène carboné, qu'il se dépose du carbone. En recherchant avec exactitude la nature et la proportion de ces produits de l'incandescence de l'alcool, on obtiendra un résultat utile pour déterminer le nombre et la quantité relative de ses principes primitifs.

70. L'alcool est depuis long-temps reconnu pour une substance très-inflammable : chauffé avec le contact de l'air, et sur-tout mis en contact avec un corps en combustion sans être chauffé lui-même ; frappé par une forte étincelle électrique, il s'allume et brûle avec une flamme très-étendue, très-légère, blanche dans son milieu, bleue sur ses bords.

avec une chaleur assez forte et sans laisser aucun résidu. Depuis long-temps les chimistes ont remarqué qu'il ne donnait dans sa combustion aucune suie ni aucune fumée. Boerhaave, en présentant à sa flamme un vase de porcelaine froid, avait recueilli de l'eau pure, sans saveur ni odeur, et en tout semblable à de l'eau distillée; il avait même conclu de ce phénomène, que la flamme était due à de l'eau en vapeur.

Lavoisier, en brûlant de l'alcool dans une lampe placée sous une cloche remplie d'air atmosphérique et communiquant à une autre cloche remplie de gaz oxigène, de manière que celle-ci fournissait à la première l'oxigène nécessaire à la combustion, a obtenu de seize parties d'alcool ainsi brûlé dix-huit parties d'eau et de l'acide carbonique. Le citoyen Berthollet a aussi remarqué que quand on brûlait de l'alcool mêlé d'eau, la portion de cette dernière qui restait après la combustion précipitait l'eau de chaux; et comme on ne trouve point ici d'autres résultats de cette combustion que de l'eau et de l'acide carbonique, on en conclut que l'alcool est formé d'hidrogène, de carbone et d'une certaine proportion d'oxigène. On juge la présence et la quantité de ce dernier principe par la portion d'oxigène qu'il est nécessaire d'employer pour favoriser la combustion de l'alcool, comparée à celle de l'eau obtenue. Lavoisier a conclu de ses expériences, que l'alcool était une espèce d'oxide où l'hidrogène était plus abondant que dans le sucre d'où il provenait. Il n'est cependant pas parvenu à en déterminer exactement les proportions, puisque dans son tableau sur les produits de la fermentation vineuse, il admet plus de la moitié de l'alcool en eau toute formée dans cette liqueur, et ne s'explique pas clairement sur l'état réciproque des divers principes qui le constituent. Quoiqu'inexacte encore, cette analyse par la combustion suffit cependant pour prouver que les anciennes idées sur la nature de l'alcool sont fausses, et qu'il faut en revenir à celle que j'ai déja donnée par rapport à son état d'oxide. Ce n'est donc pas une union

d'une huile très-ténue, d'un acide et de l'eau, une sorte de savon acidé, comme Stahl et Boerhaave l'avaient pensé, ni, suivant l'opinion de Cartheuser et de Macquer, une pure ou simple combinaison d'eau et de *phlogistique* ou d'hidrogène ; car le *phlogistique* de Stahl a été converti en hidrogène par la plupart des chimistes modernes, qui continuent d'adopter son existence.

71. Quoique j'aie indiqué les alcalis purs comme simplement dissolubles dans l'alcool, cette dissolution simple et sans altération n'a lieu qu'à froid ou à une douce température ; mais lorsqu'on chauffe fortement cette dissolution dans une cornue avec un appareil convenable, on obtient des produits qui annoncent la décomposition de cette substance inflammable : il passe d'abord un alcool d'une odeur suave et aromatique, une sorte d'huile, beaucoup de gaz hidrogène, et la potasse qui reste est chargée de charbon. Quelques chimistes ont assuré qu'il se dégageait de l'ammoniaque dans cette opération, et ils y ont vu, comme dans la distillation du savon faite à la même température élevée, une preuve de la présence de l'azote dans la potasse. D'autres croient que ce n'est qu'un peu de potasse élevée avec les produits volatils, qui a fait prendre le change sur cette expérience. Il en résulte que cette opération n'est pas encore bien connue, et que si elle prouve en général la décomposition de l'alcool, elle ne peut encore servir ni à la détermination de ses principes, ni à plus forte raison à celle de la potasse.

72. Tous les acides puissans agissent sur l'alcool d'une manière plus ou moins forte, et en opèrent la décomposition avec des phénomènes différens ; suivant leur énergie, leur quantité et la température à laquelle on expose leur mélange. Celui de tous dont il est le plus important de bien connaître et de bien déterminer l'action parce qu'elle servira à expliquer celle de tous les autres, c'est l'acide sulfurique concentré.

Lorsqu'on verse cet acide sur l'alcool, il va d'abord au fond ; en agitant, il s'y mêle, en produisant de la chaleur, un sifflement dû au dégagement d'une portion d'alcool déja altéré et aromatique en vapeur ; le mélange se colore en brun, et laissé dans cet état il forme ce qu'on nommait autrefois *acide sulfurique dulcifié* ou *eau de Rabel*, lorsqu'on y avait ajouté un quart d'acide.

En plaçant la cornue où l'on fait ordinairement le mélange sur un bain de sable échauffé, et en adaptant deux ballons, dont le premier plonge dans une terrine remplie d'eau froide ou de glace, on obtient de suite :

a. Un alcool d'une odeur suave ;

b. Un liquide nommé *éther*, d'une odeur vive, d'une volatilité extrême, et dont la présence est annoncée par l'ébullition de la liqueur contenue dans la cornue, et par les grosses stries qui sillonnent la voûte de ce vaisseau. On a soin de rafraîchir le ballon qui le reçoit avec des linges mouillés ;

c. Après l'éther, il passe de l'acide sulfureux, dont la couleur blanche et l'odeur avertissent qu'on doit déluter le ballon pour avoir l'éther séparé ;

d. Il se volatilise en même temps une huile légère, jaunâtre, qu'on appelle *huile douce du vin*. On doit modérer beaucoup le feu après que l'éther est passé, parce que la matière contenue dans la cornue est noire, épaisse, et se boursoufle considérablement.

e. Lorsque l'huile douce est toute distillée, il passe encore de l'acide sulfureux qui devient de plus en plus épais, et n'est plus à la fin que de l'acide sulfurique noir et sale.

f. Il est accompagné d'un gaz hidrogène carboné, odorant et de gaz acide carbonique.

g. Il faut observer que jusqu'à ce qu'il passe de l'acide sulfurique concentré, il s'élève constamment de l'eau en même temps que tous les autres produits.

h. En continuant cette opération par un feu doux, on par-

vient à dessécher entièrement le résidu, et à lui donner la forme et la consistance d'un bitume. On en retire une liqueur acide et une substance sèche et jaunâtre comme du soufre, en exposant ce bitume à un feu très-fort. Le citoyen Baumé, qui a fait une grande suite d'expériences sur l'éther sulfurique, long-temps avant la création de la doctrine pneumatique, a examiné ce résidu avec beaucoup de soin; il y a trouvé du sulfate de fer, du bleu de Prusse, une substance saline et une terre particulière dont il n'a point déterminé la nature; il assure même que le sublimé jaunâtre qu'il fournit n'est point du soufre, et qu'il reste blanc et pulvérulent sans s'enflammer sur les charbons. J'ajouterai à ces détails que le résidu de l'éther recueilli après la distillation de ce produit, peut refournir de nouvel éther en y ajoutant, suivant le procédé du citoyen Cadet, un tiers d'alcool déphlegmé par la potasse, et en distillant ce mélange. On peut réitérer plusieurs fois ces distillations, et retirer ainsi d'un mélange de six parties d'acide sulfurique et d'alcool, auquel on ajoute successivement quinze parties de ce dernier fluide, plus de dix parties de très-bon éther.

73. L'opération que je viens de décrire est une des plus singulières que la chimie fournisse, par les phénomènes qu'elle présente, et en même temps une des plus importantes, par les lumières qu'elle peut répandre sur la composition de l'alcool. On a donné sur la formation de l'éther plusieurs opinions qu'il est nécessaire de faire connaître pour concevoir comment nous sommes arrivés, le citoyen Vauquelin et moi, à découvrir la véritable cause de l'éthérification. Macquer, qui regardait l'alcool comme un composé d'eau et de *phlogistique*, pensait que l'acide sulfurique enlevait l'eau de cette substance, et la rapprochait de plus en plus des caractères de l'huile. Ainsi, suivant cette opinion, il passait d'abord de l'alcool peu altéré; ensuite un fluide qui tenait le milieu entre l'alcool et l'huile, c'était l'éther; et enfin une véritable huile,

parce que l'acide sulfurique était censé agir avec d'autant plus d'énergie sur les principes de l'alcool, que la chaleur employée pour obtenir l'éther était plus forte. Bucquet, frappé d'une objection qu'il avait faite à cette théorie, sur ce qu'il était difficile de concevoir comment l'acide sulfurique, chargé dès le commencement de son action sur l'alcool d'une certaine quantité d'eau qu'il avait enlevée à ce fluide, pouvait, quoique phlegmatique, réagir assez sur une autre portion du même alcool pour le mettre dans l'état huileux, a proposé une autre opinion sur la production de l'éther. Il regardait, avec Stahl et Boerhaave, l'alcool comme un fluide composé d'huile, d'acide et d'eau; il pensait que lorsqu'on mêlait l'acide sulfurique à l'alcool, il résultait de ce mélange une sorte de fluide bitumineux, qui fournissait par la chaleur les mêmes principes que tous les bitumes, c'est-à-dire, une huile légère, très-odorante, très-combustible, une espèce de naphte, qui était l'éther, lequel a long-temps porté le nom de *naphte* parmi les chimistes allemands sur-tout, et ensuite une huile moins volatile et plus colorée que la première, qui était l'huile douce du vin. On verra en effet par les propriétés de l'éther qui vont être exposées, que ce fluide a tous les caractères d'une huile très-ténue et telle que le naphte : mais cette théorie, qui suppose l'alcool formé d'huile d'acide et d'eau, ne peut plus servir aujourd'hui, quoiqu'ingénieuse dans le temps auquel elle a été proposée à l'explication du mécanisme de la formation de l'éther.

74. Les chimistes modernes, depuis la fondation de la doctrine pneumatique, n'ont encore eu que des idées trop vagues sur l'éthérification. J'avais énoncé d'après eux, dans mes précédens ouvrages, qu'il paraissait que l'oxigène était enlevé à l'acide sulfurique par l'alcool, qu'une partie de l'hidrogène de celui-ci formait de l'eau avec l'oxigène de l'acide, et que l'alcool privé de cette portion d'hidrogène formait de l'éther; mais j'avais ajouté que ce qui se passait dans cette opération

n'était pas exactement connu ; et en effet, en m'occupant spécialement de cet objet avec le citoyen Vauquelin, nous sommes arrivés à d'autres résultats. Voici le précis de notre travail sur cet objet.

75. Après avoir prouvé préliminairement, comme je l'ai fait voir ailleurs, que l'acide sulfurique concentré agit spontanément sur les substances végétales en les changeant en eau et en acide acéteux aux dépens de leurs propres composés, et en ne portant de sa part que sa grande tendance pour se saturer d'eau, nous avons examiné les phénomènes qui se passent dans l'union de cet acide avec l'alcool ; et voici ceux qui ont servi de base à nos raisonnemens :

A. Parties égales d'acide sulfurique concentré et d'alcool très-rectifié, mêlées ensemble, dégagent une masse de calorique capable d'élever la température du mélange à 70 degrés ; il se forme des bulles de gaz ; la liqueur se trouble, devient opaline, et prend au bout de quelques jours une couleur rouge foncée.

B. Une combinaison de deux parties d'acide sulfurique et d'une partie d'alcool élève la température du mélange à 75 degrés, devient rouge foncée sur-le-champ, passe au noir quelques jours après, et répand une odeur sensiblement éthérée.

C. Si l'on observe avec soin tout ce qui se passe dans la combinaison de parties égales d'acide sulfurique et d'alcool, exposée à l'action du calorique dans un appareil convenable, tel qu'on l'emploie aujourd'hui pour bien préparer l'éther, on remarque les phénomènes suivans :

a. Lorsque la température est élevée à 78 degrés, la liqueur entre en ébullition ; il se produit un fluide qui se condense par le froid en une liqueur blanche, légère et odorante qui, à cause de ses propriétés, a reçu le nom d'*éther*. En conduisant artistement l'opération, il ne se développe aucun gaz permanent jusqu'à ce que la moitié environ de l'alcool soit convertie en éther.

b. Si dès que l'acide sulfureux se manifeste ou change de récipient, on observe qu'il ne se forme plus d'éther, mais de l'huile douce du vin, de l'eau, de l'acide acéteux, et pas un atome d'acide carbonique.

Lorsque l'acide sulfurique fait environ les $\frac{4}{5}$ de la masse restante dans la cornue, il se dégage un gaz inflammable qui a une odeur d'éther, et qui brûle avec une flamme blanche huileuse. C'est ce gaz que les chimistes hollandais ont appelé *gaz hidrogène carboné* ou *gaz oléfiant*, parce que mêlé avec l'acide muriatique oxigéné il forme de l'huile. A cette époque la température de la matière contenue dans la cornue est élevée à 88 ou 90 degrés.

c. Lorsque l'huile douce du vin cesse de couler, si l'on change de nouveau le récipient, on voit qu'il ne passe plus que de l'acide sulfureux, de l'eau précédemment formée, du gaz acide carbonique, et qu'il ne reste dans la cornue qu'une masse dont la plus grande partie est de l'acide sulfurique épaissi par du charbon.

De ces phénomènes bien constans et bien observés, on peut tirer les résultats suivans :

a. Il se forme spontanément, sans le secours d'une chaleur étrangère, par la combinaison de deux parties d'acide sulfurique et d'une partie d'alcool, une petite quantité d'éther.

b. Aussitôt qu'il se forme de l'éther, et il se produit en même temps de l'eau et tant que la première de ces compositions a lieu, l'acide sulfurique ne subit aucun changement dans sa nature intime.

c. Dès que l'acide sulfureux paraît, il ne se forme plus d'éther, ou au moins très-peu ; mais alors il passe de l'huile douce du vin, de l'eau et de l'acide acéteux.

d. L'huile douce du vin ayant cessé de passer, on n'obtient plus que de l'acide sulfureux, de l'acide carbonique, et enfin du soufre, si l'on distille jusqu'à la fin.

L'opération de l'éther, telle qu'on la pratique, est donc véri-

tablement partagée en trois époques : la première, dans laquelle une petite quantité d'éther et d'eau sont formés sans le secours d'une chaleur étrangère entre 70 et 72 degrés ; la seconde, par laquelle toute la somme d'éther qui peut être obtenue se dégage sans être accompagnée d'acide sulfureux, à 78 degrés de température ; enfin la troisième, où l'huile douce du vin, le gaz oléfiant, l'acide acéteux, l'acide sulfureux et l'acide carbonique prennent naissance, tandis que le mélange s'élève de 88 à 90 degrés de température par la chaleur communiquée. Ces trois époques n'ont de commun entr'elles qu'une formation continuelle d'eau depuis le commencement jusqu'à la fin de l'opération.

Fondés sur ces observations bien constatées, nous avons établi de la manière suivante la théorie de l'éthérification. Dans le cas où l'éther se forme par le simple mélange d'alcool et d'acide sulfurique, sans le secours d'une chaleur étrangère ; formation qui s'annonce par la chaleur ainsi que par le précipité noir, le carbone qui se sépare sans production d'acide sulfureux, prouve que l'acide sulfurique agit sur l'alcool d'une toute autre manière que celle qu'on a cru avoir lieu jusqu'ici. En effet, cet acide ne peut être décomposé à cette température par le carbone ; l'expérience a montré qu'il n'y a aucune action à froid entre ces deux corps. Ce n'est pas non plus par l'alcool entier ; car alors il se formerait de l'acide sulfureux, et l'on sait qu'il ne s'en manifeste aucune trace au commencement de l'opération.

Il faut donc avoir recours à une action d'un autre ordre ; c'est à l'affinité puissante que l'acide sulfurique exerce sur l'eau ; c'est elle qui détermine l'union des principes créateurs de l'éau existans dans l'alcool, et avec lesquels cet acide est en contact ; mais cette action est bornée : il s'établit bientôt un équilibre d'affinités, dont l'effet est de maintenir les combinaisons nouvelles dans le repos.

S'il est prouvé qu'il se forme de l'éther par le mélange de

quantités quelconques d'acide sulfurique et d'alcool, il s'en suit évidemment que l'on pourrait changer complétement une masse d'alcool en éther, en eau et en acide végétal, en élevant suffisamment la somme de l'acide sulfurique, et il est également évident que cet acide n'éprouverait d'autre altération que d'être étendu d'eau.

Il ne faudrait pas induire de cette théorie que l'éther n'est que l'alcool, moins de l'oxigène et de l'hidrogène, car il se sépare en même temps une quantité de carbone proportionnellement plus grande que celle de l'hidrogène; et l'on conçoit que l'oxigène qui se combine dans cette circonstance avec l'hidrogène pour former l'eau, ne saturait pas seulement cet hidrogène dans l'alcool, mais qu'il y saturait en même temps le carbone précipité : ainsi, au lieu de regarder l'éther comme l'alcool moins de l'hidrogène et de l'oxigène, on doit, en tenant compte du carbone précipité et de la petite quantité d'hidrogène contenue dans l'eau formée, le considérer comme de l'alcool, plus de l'hidrogène et de l'oxigène. Telle est la théorie de ce qui se passe dans l'action spontanée de l'acide sulfurique et de l'alcool sans addition de chaleur étrangère.

Lorsque l'on soumet le mélange d'acide sulfurique et d'alcool à l'action de la chaleur, le mode de l'éthérification est plus compliqué, et ses résultats sont plus nombreux.

D'abord il faut observer que ce mélange dans les proportions égales n'entre en ébullition qu'à la température de 78 degrés, tandis que l'alcool seul bout à 64 degrés; d'où l'on doit conclure que l'alcool est retenu par l'attraction de l'acide sulfurique qui le fixe. Il faut comparer ce qui lui arrive alors à ce qui a lieu pour toute autre matière végétale exposée au feu, dont les principes se volatilisent suivant l'ordre de leur affinité pour le calorique, en entraînant avec eux une petite quantité des élémens plus fixes : ainsi, à mesure que l'acide sulfurique attire l'alcool et l'eau dont il favorise la formation, l'éther qui se développe attire le calorique et se

volatilise, et lorsque la plus grande partie de l'alcool a été changée en éther, le mélange devient plus dense, la chaleur qu'il acquiert est plus considérable, et l'affinité de l'acide sulfurique pour l'alcool non encore décomposé étant augmentée, les principes de cet acide se séparent; en sorte que d'une part son oxigène se porte sur l'hidrogène de l'alcool, et forme de l'eau qui se volatilise peu à peu, tandis que de l'autre l'éther retenant une plus grande quantité de carbone avec lequel il peut se volatiliser à cette température, donne naissance à l'*huile douce du vin*, qui doit être considérée comme un éther plus chargé de carbone: ce qui est prouvé par sa pesanteur plus considérable, par sa volatilité moins grande, et par sa couleur citrine.

A l'aide de cette théorie simple, qui n'est que le résultat des faits, nous avons été conduits à des conclusions utiles à l'art chimique et pharmaceutique, dont voici le précis.

a. La formation de l'éther n'est pas due, comme on l'avait pensé jusqu'ici, à l'action immédiate des principes de l'acide sulfurique sur ceux de l'alcool, mais à une véritable réaction des élémens de ce dernier les uns sur les autres, et particulièrement de son oxigène et de son hidrogène, occasionnée seulement par l'acide sulfurique.

b. L'on pourrait, à la rigueur, changer une partie quelconque d'alcool en éther, sans le secours de la chaleur, en augmentant assez la proportion de l'acide sulfurique.

c. L'opération ordinaire est partagée en deux temps principaux, par rapport à l'altération de l'alcool; dans l'un desquels il ne se forme que de l'éther et de l'eau, dans l'autre de l'huile douce du vin, de l'eau et de l'acide acéteux.

d. Tant qu'il se forme de l'éther, l'acide sulfurique n'est pas décomposé, et il ne se forme pas d'huile douce du vin; dès que celle-ci paraît, il ne se dégage plus ou au moins que très-peu d'éther, et en même temps l'acide sulfurique est décomposé par l'hidrogène seulement: d'où résulte de l'acide sulfureux.

e. On peut éviter la formation de l'huile douce du vin, en entretenant la température du mélange entre 75 et 78 degrés par l'addition bien ménagée de quelques gouttes d'eau dans la cornue.

f. Enfin l'alcool diffère de l'éther en ce qu'il contient plus de carbone, moins d'hidrogène et d'oxigène, et l'huile douce du vin est à l'éther à peu près ce que l'alcool est à ce dernier.

76. L'éther obtenu par le procédé qui a été décrit, et qu'on nomme *éther sulfurique*, n'est pas très-pur; il est uni à de l'alcool et à de l'acide sulfureux. Pour le rectifier, on le distille dans une cornue au bain de sable avec de l'alcali fixe ou avec de la magnésie. L'une ou l'autre de ces bases se combine avec l'acide sulfureux, et l'éther passe très-pur à la plus douce chaleur. Si l'on sépare la première moitié de ce produit, on obtient l'éther le plus suave et le plus rectifié.

L'éther est un fluide plus léger que l'alcool, d'une odeur forte, aromatique et très-expansive, d'une saveur chaude et piquante. Il est si volatil, qu'en le versant ou en l'agitant, il se dissipe en un instant. Il produit dans son évaporation un froid tel, qu'il peut faire geler l'eau dans un vase qu'on entoure de linge, sur lequel il s'évapore. Il se réduit en une sorte de gaz éthéré qui brûle avec rapidité. L'air qui tient de l'éther en dissolution peut passer à travers l'eau sans cesser d'être inflammable et odorant. On se sert de cette espèce de gaz combustible pour les expériences électriques et pour charger les canons de Volta.

L'éther s'allume très-facilement dès qu'on le chauffe à l'air libre ou qu'on en approche un corps enflammé; l'étincelle électrique l'allume de même. Il répand une flamme blanche fort lumineuse, et il laisse une trace noire comme charbonneuse à la surface des corps que l'on expose à sa flamme. Lavoisier a constaté qu'il se forme de l'acide pendant la combustion de cette liqueur; et Schéele, que le résidu de l'éther brûlé sur un peu d'eau contient de l'acide sulfurique.

L'éther se dissout dans dix parties d'eau, suivant le citoyen Lauraguais. On n'a point encore examiné en détail les phénomènes que l'éther présenterait avec toutes les substances salines ; on ne connaît bien que l'action de quelques acides sur ce liquide inflammable. La chaux et les alcalis fixes ne paraissent point susceptibles de l'altérer. L'ammoniaque caustique s'y mêle en toutes proportions et forme avec lui une matière dont l'odeur mixte pourrait être très-utile dans les asphixies et les maladies spasmodiques. L'acide sulfurique s'échauffe beaucoup avec l'éther, et il peut en convertir une bonne partie en huile douce du vin par la distillation. L'acide nitreux fumant y excite une effervescence considérable ; et l'éther semble devenir plus consistant, plus coloré, plus huileux dans cette expérience.

Mêlé avec la dissolution muriatique d'or, il retient pour quelque temps une partie de ce métal, et semble agir alors comme les huiles volatiles, qui retiennent également une partie d'oxide d'or ; mais au bout de quelques jours l'or se sépare sous la forme brillante, métallique, ductile et cristalline.

L'éther dissout les huiles volatiles et les résines comme l'alcool ; et les médecins emploient souvent des teintures éthérées. Il dissout très-bien le caoutchouc ramolli, gonflé auparavant dans l'eau bouillante et coupé en petits fragmens. Cette dissolution en s'évaporant laisse une couche de caoutchouc élastique et pur à la surface des corps sur lesquels on l'a étendue.

77. L'acide nitrique et sur-tout l'acide nitreux agissent d'une manière beaucoup plus rapide que le sulfurique sur l'alcool rectifié ; ici, au lieu de favoriser la réaction par la chaleur, on a toujours cherché à la modérer, soit par l'affaiblissement des deux liquides, soit par le refroidissement de leur mélange.

Navier, médecin de Chalons, est le premier qui ait donné

un procédé facile et peu dispendieux pour préparer l'éther nitrique. On prend, d'après ce chimiste, une bouteille de Sèvres très-forte, on y verse douze parties d'alcool bien pur et bien rectifié, et on la plonge dans l'eau froide, ou mieux encore dans la glace ; on ajoute à plusieurs reprises, et en agitant chaque fois le mélange, huit parties d'acide nitrique concentré, mais en partie nitreux ; on bouche sur-le-champ la bouteille bien ficelée avec un bouchon de liége qu'on assujettit à l'aide de la peau, on laisse ce mélange en repos dans un endroit écarté, pour prévenir les accidens de la fracture de la bouteille qui quelquefois a lieu. Au bout de quelques heures il s'élève des bulles du fond de ce vaisseau ; et il se rassemble à la surface de la liqueur des gouttes qui forment peu à peu une couche de véritable éther. Ce dégagement a lieu pendant quatre ou six jours. Dès qu'on n'aperçoit plus de mouvement dans la liqueur, on perce le bouchon avec un poinçon pour laisser échapper une certaine quantité de gaz nitreux, qui, sans cette précaution, sortirait brusquement en débouchant la bouteille, et entraînerait avec lui l'éther qui serait perdu. Lorsque le gaz est dissipé, on débouche doucement la bouteille, on verse la liqueur qu'elle contient dans un entonnoir ; on sépare, à l'aide du doigt, le résidu d'avec l'éther qui le surnage, et on reçoit ce dernier dans un flacon à part.

78. M. Woulfe, chimiste anglais, a donné un autre procédé pour préparer l'éther nitrique. Il consiste à employer des vaisseaux très-grands, pour offrir beaucoup d'espace aux fluides élastiques qui se dégagent. On prend un ballon de verre blanc de huit à dix litres, terminé par un col de deux mètres et demi environ de long ; on le pose sur un trépied assez élevé pour qu'on puisse placer dessous un réchaud ; on ajuste au col de ce matras un chapiteau tubulé, au bec duquel on adapte un tuyau de verre de la même longueur que le col du ballon : ce dernier est reçu par son

extrémité inférieure dans un ballon à deux pointes, percé en dessous d'une tubulure à laquelle on joint un flacon ; on ajoute à la troisième tubulure de ce ballon les bouteilles qui constituent l'appareil de Woulfe, déja décrit plusieurs fois. Lorsque tous ces vaisseaux sont bien lutés, on verse dans le matras par la tubulure du chapiteau parties égales d'alcool rectifié et d'acide nitreux fumant ; on bouche ensuite le chapiteau avec un bouchon de cristal, qu'on enveloppe d'une peau ficelée. Dès que le mélange est fait, il s'échauffe beaucoup ; il s'en dégage des vapeurs qui parcourent rapidement le col du matras ; et en chauffant ce dernier jusqu'à l'ébullition de la liqueur qu'il contient, à l'aide du réchaud placé au dessous, il passe de l'éther nitrique dans le ballon qui sert de récipient. Ce procédé, quoique fort ingénieux, a plusieurs inconvéniens ; l'appareil est long à établir, il est très-cher et très-embarrassant ; en outre, il expose à des dangers, parce que, malgré l'espace donné aux vapeurs, elles se dégagent si rapidement, qu'il est arrivé plusieurs fois à l'appareil de se briser avec un grand fracas. Dans cinq opérations de cette nature dont j'ai été témoin ou coopérateur, depuis 1772 jusqu'en 1778, j'ai vu deux fois les vases sauter en éclats, avec une violente explosion.

79. M. Bogues a publié en 1773 une autre manière de faire l'éther nitrique. Il conseille de mêler dans une cornue de verre de huit kilogrammes d'eau de contenance un demi-kilogramme d'alcool avec autant d'acide nitrique, affaibli au point de ne donner que vingt-quatre degrés à l'aréomètre pour les acides ; d'adapter à la cornue un ballon pouvant contenir douze kilogrammes d'eau ; de donner passage au gaz en ajustant deux tuyaux de plume à la jonction des luts, et de distiller à un feu très-doux, en n'enfonçant que très-peu la cornue dans le sable. Il a eu par ce moyen un peu plus du tiers du poids de l'alcool d'un éther nitrique assez pur. Il paraît, d'après ce qu'a dit Rozier dans son Journal

de physique, que Mitouard employait, dès 1770, un procédé assez semblable à celui de M. Bogues. Ce chimiste mettait quatre parties d'esprit de nitre fumant avec douze parties d'alcool en distillation dans une cornue, qu'il ne faisait que poser légèrement sur le sable, et il obtenait par ce moyen, qui paraît le plus simple de tous, de l'éther nitrique semblable à celui de Navier.

80. Enfin le citoyen Laplanche, apothicaire à Paris, a imaginé successivement deux méthodes de préparer l'éther nitrique par des procédés assez commodes. Le premier consiste à mettre du nitre dans une cornue de grès tubulée, à laquelle on adapte un grand ballon ou deux enfilés; à verser par la tubulure d'abord de l'acide sulfurique concentré, ensuite de l'alcool. L'acide sulfurique dégage l'acide nitrique qui réagit sur l'alcool, et forme presque sur-le-champ de l'éther nitrique. Comme on pouvait soupçonner que l'éther préparé par ce moyen était en partie sulfurique, il a substitué à cette première méthode un second procédé fort ingénieux. Il adapte à une cornue de verre tubulée, dans laquelle il a mis du nitre bien sec, une alonge et un ballon qui communique par un tube recourbé à une bouteille vide; cette dernière plonge, à l'aide d'un syphon, dans une autre bouteille qui contient moitié du poids du nitre d'alcool le plus parfait. Le tout étant bien luté et la cornue posée sur un bain de cendres, on jette sur le nitre, par la tubulure de ce dernier vaisseau, aussi moitié du poids du nitre d'acide sulfurique concentré; on ferme la cornue avec un bouchon de cristal; on donne le feu jusqu'à l'ébullition, et on l'entretient dans cet état jusqu'à ce qu'il ne passe plus de vapeurs. Dans cette expérience, l'acide sulfurique dégage celui du nitre qui passe en partie dans le ballon et en partie dans le second flacon. L'opération finie, le ballon contient de l'acide nitreux fumant, la cornue du sulfate de potasse, et le second flacon une liqueur éthérée par l'action de la vapeur d'acide nitrique

sur l'alcool. On distille cette dernière liqueur dans une cornue avec un simple ballon, et on ne prend que les deux tiers du produit. On redistille ce produit avec un cinquième d'acide nitreux fumant qu'on y verse peu à peu à l'aide d'un entonnoir de verre à longue tige ; on n'obtient que les deux tiers : enfin on rectifie ce second produit sur de la potasse, en fracturant en deux portions le produit de l'éthéré, le premier est de l'éther nitrique très-pur, le second forme une espèce de liqueur minérale anodine nitreuse. Les résidus des deux rectifications font ce qu'on nommait autrefois *de l'esprit de nitre dulcifié.*

81. L'éther nitrique obtenu par tous ces différens procédés est un fluide jaunâtre aussi volatil et aussi évaporable que l'éther sulfurique ; son odeur est analogue à celle de ce dernier, quoiqu'elle soit plus forte et moins suave ; sa saveur est chaude et plus désagréable que celle de l'éther sulfurique ; il est souvent coloré en jaune ; il contient toujours peu d'acide surabondant et de gaz nitreux ; il fait sauter le bouchon des flacons dans lesquels il est renfermé, parce qu'il s'en dégage continuellement une grande quantité de gaz ; il rougit et jaunit constamment le linge des bouchons qui le compriment ; il répand en brûlant une flamme plus brillante et une fumée plus épaisse que l'éther sulfurique ; il laisse aussi un charbon un peu plus abondant ; il enlève, comme l'éther sulfurique, l'or de sa dissolution, et il s'en charge d'une certaine quantité. En le gardant long-temps dans un vaisseau fermé, il se forme de l'eau tenant un peu d'acide oxalique au fond de cet éther : on le décolore en le distillant sur les alcalis ; le sucre a réussi pour cette purification au citoyen Deyeux, et ce corps retenait une huile âcre brûlante qu'il croit analogue à l'huile douce du vin et formée pendant la distillation de l'éther ; il ajoute qu'elle se produit plus vîte par l'action de l'acide nitrique que par celle de l'acide sulfurique, et qu'elle se dégage en même temps que

l'éther : ce qui est la cause de sa coloration ; il a trouvé encore qu'en mêlant seize parties d'eau avec une partie d'éther nitrique dans une bouteille garnie d'un tube, on en sépare, par une effervescence spontanée, le gaz nitreux qu'il contient, et qu'une fois privé de ce gaz, l'éther nitrique peut être conservé comme le sulfurique sans briser les vaisseaux qui le renferment. C'est ainsi qu'il prescrit de le rectifier par le sucre et de le dégazer par l'eau pour l'usage médicinal.

82. Le résidu de l'éther nitrique est d'une couleur jaune ; son odeur est acide et aromatique ; sa saveur est piquante et imite celle du vinaigre distillé. Si on le distille, il donne, dit le citoyen Baumé, une liqueur claire, d'une odeur plus suave que celle de l'éther nitrique, d'un goût acide agréable, qui rougit le sirop de violette, s'unit à l'eau en toutes proportions, et fait effervescence avec le carbonate de potasse : c'est de l'acide acéteux mêlé d'un peu d'éther. Il reste ensuite dans la cornue une matière jaune ambrée, friable, semblable à du succin, qui attire l'humidité de l'air, et y devient poisseuse ; qui se dissout dans l'eau sans la rendre mucilagineuse. Cette substance, que le citoyen Baumé appelle *gummi-savonneuse*, donne à la cornue quelques gouttes d'une liqueur acidulée, très-claire, d'une consistance huileuse et d'une légère odeur empyreumatique. Il reste après la distillation un charbon spongieux, brillant, sans saveur, très-fixe au feu. Bucquet dit que si on fait évaporer la liqueur qui reste après la formation de l'éther nitrique, elle prend la consistance d'un mucilage, et qu'il s'y forme au bout d'un temps plus ou moins long des cristaux salins, assez semblables à des chenilles velues, auxquels on a donné le nom de *cristaux d'Hiverne*, d'après celui du chimiste qui les a le premier décrits ; on sait aujourd'hui, d'après les expériences de M. Hermstadt, qu'ils sont de l'acide oxalique. On voit par tous ces détails, auxquels il faut ajouter qu'il passe du gaz acide carbonique pendant toute l'action de l'acide nitrique sur l'alcool, que cette action

ne diffère de celle de l'acide sulfurique qu'en ce que le carbone précipité par celui-ci est dissous et brûlé dans l'oxigène du premier ; qu'il se forme plus vîte et plus abondamment de l'huile ; que l'éthérification est due à la même cause, et qu'il y a de l'acide oxalique et de l'acide acéteux formés en même temps que l'éther, l'huile, l'eau et l'acide carbonique. La rapidité de cette décomposition et les gaz qui se dégagent pendant qu'elle a lieu, rendent l'éthérification par l'acide nitrique beaucoup plus tumultueuse que celle par l'acide sulfurique, et voilà pourquoi elle est si souvent accompagnée de fracas et de rupture des appareils quand on la fait avec un acide trop concentré.

83. L'acide muriatique n'a pas d'action sensible sur l'alcool ; cet acide est adouci, soit par le simple mélange de cette liqueur, soit en le distillant avec elle, comme le sont les deux autres mêlés en petite quantité avec l'alcool. Le citoyen Baumé, dans sa dissertation sur l'éther, dit avoir obtenu un peu d'éther muriatique en faisant rencontrer l'acide muriatique et l'alcool en vapeurs. Ludolf et Pott ont employé le muriate d'antimoine suroxigéné et sublimé, ou *beurre d'antimoine*, dans cette vue. M. de Bormes a prescrit de dissoudre de l'oxide de zinc dans l'acide muriatique, et de distiller ce sel concentré par l'évaporation dans des vaisseaux fermés, avec l'alcool. Ce procédé donne assez facilement de l'éther muriatique.

Mais personne avant la révolution chimique n'avait suivi ce travail avec autant de soin que Courtanvaux, de l'académie des sciences ; il était parvenu à préparer l'éther muriatique par le procédé suivant : on verse dans une cornue de verre une partie d'alcool avec près de trois parties de muriate suroxigéné d'étain ou de liqueur fumante de Libavius ; il s'excite une chaleur très-forte, et il s'élève une vapeur blanche suffoquante, qui disparaît dès qu'on agite le mélange ; il se dégage une odeur agréable, et la liqueur

prend une couleur citrine. On place la cornue sur un bain de sable chaud ; on lute deux ballons, dont le dernier est plongé dans de l'eau froide. Il passe d'abord de l'alcool déphlegmé, et l'éther monte bientôt après ; on s'en aperçoit à son odeur suave et aux stries qu'il forme sur la voûte de la cornue. Dès que cette odeur se modifie et devient forte et suffocante, on change de récipient, et l'on continue de distiller ; on obtient une liqueur acide claire, surnagée de quelques gouttes d'huile *douce*, à laquelle succède une matière jaune d'une consistance butireuse, un vrai muriate d'étain, et enfin une liqueur brune, pesante, qui exhale des vapeurs blanches fort abondantes : il reste dans la cornue une matière grise pulvérulente, qui est un oxide d'étain. On verse le produit éthéré dans une cornue sur du carbonate de potasse ; il se fait une vive effervescence et un précipité fort abondant, dû à l'oxide d'étain que l'acide a enlevé avec lui pendant la distillation ; on ajoute un peu d'eau et on distille à une chaleur douce ; on obtient la moitié environ de ce produit éthéré. Toutes les liqueurs qui passent après l'éther muriatique sont très-chargées d'oxide d'étain ; elles attirent l'humidité de l'air, elles s'unissent à l'eau sans rien précipiter. On ne savait pas à quoi attribuer l'action si rapide de l'acide muriatique contenu dans la *liqueur fumante de Libavius* sur l'alcool, tandis que cet acide pur n'y agit en aucune manière ; mais il est évident que cette action est due à ce que cet acide est à l'état d'acide muriatique oxigéné dans ce muriate métallique, et que c'est à l'excès de l'oxigène qu'il contient qu'il faut attribuer la propriété qu'il a de convertir l'alcool en éther. Telle est la théorie que j'avais donnée le premier de cette opération en 1781, et que les travaux des citoyens Berthollet et Pelletier ont confirmée, comme je vais le faire voir.

84. Le citoyen Laplanche, pharmacien, a proposé, pour préparer l'éther muriatique, de verser dans une cornue tu-

bulée de l'acide sulfurique et de l'alcool sur du muriate de soude décrépité. Le gaz acide muriatique, dégagé par l'acide sulfurique, rencontre dans le ballon l'alcool en vapeurs, avec lequel il se combine. Il assure qu'il en résulte un acide éthéré, que l'on rectifie sur de la potasse pour en obtenir l'éther pur; mais il est vraisemblable que s'il se forme un peu d'éther dans ce procédé, il n'est dû qu'à une petite portion d'acide muriatique oxigéné, formée dans l'opération. Pelletier a réussi à faire de l'éther muriatique en distillant dans une grande cornue tubulée un mélange d'oxide de manganèse, de muriate de soude, d'acide sulfurique concentré, et d'alcool rectifié. L'éther qu'on obtient par ce procédé fait la moitié du poids de l'alcool employé. Le citoyen Berthollet a découvert qu'on obtenait la même liqueur éthérée en distillant à un feu doux de l'alcool qu'on a saturé de gaz acide muriatique oxigéné; et depuis on est parvenu à l'obtenir en distillant sur l'oxide de manganèse un mélange d'alcool très-rectifié et d'acide muriatique bien concentré. Tout prouve donc que c'est à l'oxigène, ajouté à l'acide muriatique, qu'est due ici l'éthérification.

L'éther muriatique est très-transparent, très-volatil; il a à peu près la même odeur que l'éther sulfurique; il brûle comme lui, et donne une fumée semblable à la sienne: mais il en diffère par deux propriétés; l'une, c'est d'exhaler, en brûlant, une odeur aussi piquante et aussi vive que l'acide sulfureux; l'autre, c'est d'avoir une saveur styptique, semblable à celle de l'alun. Ces deux phénomènes sont dus sans doute à quelques corps étrangers qu'il contient; car tout annonce que l'éther est en lui-même un corps identique, un produit constant de la décomposition de l'alcool, par quelque acide et même par quelque réactif qu'il ait été formé; car on verra bientôt que l'action d'un acide n'est pas indispensablement nécessaire à sa production.

85. On a beaucoup essayé de produire des éthers avec

les acides phosphorique, tartareux, etc.; mais tous ces essais ont été infructueux, parce que ces acides ont trop peu d'attraction avec l'eau pour en favoriser la production par la décomposition de l'alcool, comme le fait l'acide sulfurique, ou sont trop adhérens à l'oxigène pour laisser ce principe se porter sur ceux de l'alcool, ou trop faciles à décomposer eux-mêmes par la température à laquelle on prépare ordinairement les éthers pour pouvoir réagir sur l'alcool et en opérer l'éthérification. D'ailleurs quand les chimistes ont cherché avec une sorte d'opiniâtreté à faire de l'éther avec chaque acide, ou nouveau, ou non encore examiné dans son action sur l'alcool, c'était avec l'opinion que chaque éther était différent, et aujourd'hui il est reconnu qu'excepté le mélange d'un peu de l'acide employé, l'éther est le même corps, par quelque acide qu'il ait été formé.

86. L'alcool est décomposé par ceux des oxides métalliques qui cèdent le plus facilement leur oxigène, et passe même quelquefois à l'aide de l'action de la chaleur à l'état d'éther dans cette décomposition, comme le citoyen Vanmons l'a découvert. On voit ici le même fait et par conséquent la même théorie que dans l'action de l'acide nitrique et de l'acide muriatique oxigéné sur l'alcool. On obtient un même résultat, et même un effet beaucoup plus marqué encore, par la double attraction décomposante que les dissolutions métalliques exercent sur l'alcool, quand on le distille avec ces corps. On obtient en distillant ces mélanges des proportions d'éther d'autant plus grandes que les dissolutions sont plus concentrées, et que les oxides métalliques qu'elles contiennent cèdent plus facilement leur oxigène. C'est sur-tout avec les nitrates de mercure, d'argent, de plomb, et avec les muriates suroxigénés métalliques que ces effets sont les plus énergiques.

87. Enfin, la décomposition de l'alcool par son inflammation est modifiée d'une manière plus ou moins remarquable

dans les couleurs de la flamme qu'il donne par un grand nombre de corps qu'il tient en dissolution ou qui lui sont mêlés, et si l'on ne connaît pas encore les causes réelles de ces modifications, celles-ci sont par elles-mêmes assez frappantes et assez singulières pour devoir au moins être décrites avec soin. C'est ainsi que l'acide boracique donne à la couleur de la flamme de l'alcool une nuance verte jaunâtre bien prononcée; les sels dissolubles de strontiane, une couleur purpurine; ceux de barite, un jaune assez foncé; ceux de chaux, un jaune plus clair; ceux de fer, des rouges clairs; et ceux de cuivre, des verds bleux fort différens de la nuance produite par l'acide boracique.

E. *Espèces.*

88. Quoique pendant quelque temps les chimistes aient cru que l'alcool extrait de différentes liqueurs fermentées était différent; quoiqu'ils aient distingué sur-tout les eaux-de-vie de vin, celle de bière nommée *eau-de-vie de grain*; l'alcool de cerises, désigné par le nom de *kirchenwasser*; l'eau-de-vie de cidre; le *rhum* ou eau-de-vie de canne à sucre; le *rack* ou eau-de-vie de riz: il est bien reconnu aujourd'hui que tous ces produits ne sont qu'un seul et même corps jouissant des propriétés identiques, et présentant absolument les mêmes phénomènes chimiques.

89. Cependant pour les usages de la vie, pour le besoin des arts, et sur-tout pour la délicatesse de nos organes, il est indispensable d'admettre la distinction des espèces dont je viens de parler, parce que leur goût très-différent, leur inflammabilité, leur légéreté, leur propriété dissolvante, très-diversifiées, les rendent chacun utile dans des circonstances différentes. Mais ces modifications dépendent beaucoup plutôt de la manière dont ils ont été préparés, et du peu de précautions qu'on a prises dans leur distillation, que de leur propre nature.

Pour s'en convaincre, il suffit d'observer que l'eau-de-vie tirée des vins n'est pas la même dans sa saveur, son odeur et sa force, dans les diverses contrées où on la prépare, quoique la liqueur primitive qui la fournit soit identique, et parce qu'on procède à sa distillation d'une manière différente. A plus forte raison cela doit-il arriver avec des liqueurs fermentées, chargées de beaucoup d'extraits et de mucilage, comme les bières et les cidres, qui, lorsqu'on les chauffe fortement, comme on le fait dans le plus grand nombre des brûleries, s'épaississent, se brûlent dans le fond des alambics, et donnent ainsi des eaux-de-vie âcres, odorantes, empyreumatiques, parce qu'elles entraînent une portion d'huile dans la distillation. On sait avec quelle énergie l'alcool retient la petite quantité d'huile volatile nécessaire pour lui donner des odeurs fortes, et une saveur étrangère à la sienne. On sait qu'une fois saturée de cette manière par la distillation, il est impossible de l'en priver; et cela explique suffisamment toutes les variétés de propriétés si sensibles à nos organes, et si légères cependant pour les opérations chimiques, que l'on reconnaît aux différentes espèces d'eaux-de-vie et d'alcool du commerce.

F. *Usages.*

90. Les usages de l'alcool sont extrêmement multipliés. Sa propriété de soutenir et de relever les forces abattues, d'augmenter l'énergie des fibres contractiles, le mouvement de la circulation, l'activité de tout le système animal, le fait ranger parmi les médicamens les plus importans. On le donne rarement seul, à moins que ce ne soit en le réduisant en vapeur pour l'introduire avec l'air dans les poumons et le faire agir sur les fibres relachées, ou sur les ulcères qui les attaquent. On l'associe à une foule de substances diverses, pour ajouter à ses vertus ou les approprier aux indications qu'on se propose de remplir. On le rend très-dissolvant et très-fondant

par la potasse dans les teintures âcres de tartre et dans le *lilium*, très-antiseptique avec le camphre, antispasmodique avec la petite portion d'huile volatile qui lui donne de l'odeur et le modifie en ce qu'on nomme si improprement *eaux distillées spiritueuses*, très-astringent avec l'addition du quart de son poids d'acide sulfurique, addition qui constitue l'eau de Rabel. Il est très-stomachique et très-cordial quand on l'a associé aux résines et aux extractifs oxigénés, comme il l'est dans les baumes artificiels, les teintures et les élixirs, ou les composés *spiritueux*, si variés et si nombreux dans les ouvrages destinés aux recettes et aux formules médicamenteuses.

91. L'alcool porté à l'état d'éther est un des stomachiques, des toniques et des antispasmodiques les plus puissans, parce qu'il agit en se réduisant tout-à-coup en vapeur dans l'estomac, où il est reçu sur une très-grande surface à la fois, et sur presque tout le système nerveux. On l'a spécialement recommandé comme fondant des calculs biliaires; mais il est évident qu'il agit bien plus dans ce cas par sa propriété calmante que par sa véritable nature de dissolvant biliaire, puisque les moindres notions d'anatomie apprennent qu'il ne peut pas pénétrer assez abondamment dans les canaux cholédoque et cystique pour agir immédiatement sur les concrétions contenues dans la vésicule du fiel. L'éther enivre plus vivement et à une beaucoup moindre dose que l'alcool. En le mêlant avec le premier alcool aromatique qui passe dans la distillation avec l'acide sulfurique, et avec quelques gouttes d'huile volatile qui passe après lui, on prépare la *liqueur minérale anodine d'Hoffman*, beaucoup moins bonne que l'éther lui-même, et qui agit beaucoup plus faiblement et inégalement. Ce qu'on nomme dans les pharmacies *liqueur minérale anodine nitreuse*, est le produit qui succède à l'éther *nitreux* dans la distillation. Quant à l'éther muriatique, c'est un très-mauvais médicament, parce qu'il n'est jamais égal, parce qu'il contient souvent de l'acide, et parce qu'il est bien moins étheré que les deux pré-

cédens. L'éther commun ou sulfurique bien rectifié est préférable à tous les autres.

92. C'est en raison de la vertu tonique et fortifiante qu'on emploie si fréquemment l'alcool dans la préparation des liqueurs très-agréables qu'on prend à la fin du repas pour favoriser la digestion. On nomme *ratafiats* les infusions d'une foule de substances dans l'eau-de-vie, édulcorées avec le sucre, et plus particulièrement *liqueurs* les combinaisons de l'alcool bien rectifié avec des huiles volatiles et du sirop, dans diverses proportions. Le sirop fournit l'eau et le sucre, qui adoucissent l'âcreté brûlante de l'alcool; l'huile volatile donne le parfum: et quand ces matières sont unies en proportion convenable, et de manière qu'aucune saveur ne domine trop; quand la combinaison est bien intime, ce qui a lieu sur-tout à l'aide du temps, il en résulte des boissons extrêmement agréables. On les varie à l'infini, suivant l'huile volatile que l'on prend; on préfère sur-tout celles de vanille, de rose, d'orange, de citron, de gérofle, de muscade, de canelle, d'anis, à la plupart des autres, à cause de la force ou de l'agrément de leurs parfums. On les unit souvent les uns aux autres, et quelquefois même en grande quantité, et dans ce cas on a soin de faire les compositions de manière qu'aucune ne domine sur l'autre. En général on les prépare avec une partie d'alcool rectifié, deux parties d'eau, une de sucre raffiné, et quelques gouttes d'huile volatile. Quelquefois on fait agir l'alcool immédiatement sur les matières végétales tout entières, pour lui donner plus de force de ce qu'on nomme le fruit: on les colore avec la cochenille et le safran. Ces liqueurs très-agréables ne sont utiles que prises modérément et en petite quantité; l'abus en est nuisible et très-dangereux: au lieu de fortifier, elles détruisent les forces, et sur-tout celles de l'estomac.

93. L'alcool, par la propriété qu'il a de dissoudre facilement les huiles volatiles, de les entraîner par la distillation de manière à former des liquides très-odorans et très-aroma-

tiques, est extrêmement employé dans l'art des parfums. C'est avec lui qu'on prépare les liquides agréables connus sous le nom d'*eaux de senteur*, l'eau de bouquet, l'eau de mille-fleurs, les pots-pourris, etc. : on les marie aussi plusieurs ensemble. On emploie souvent le benjoin, le storax, l'ambre gris, le musc, la vanille dans ces compositions, qui servent pour la toilette. C'est encore un produit de l'art qu'on ne doit employer qu'avec réserve et modérément, parce qu'on est obligé d'en augmenter perpétuellement la dose quand on en fait abus ; les organes s'affaiblissent et éprouvent, par l'effet continuel des parfums, un relâchement marqué.

94. On se sert de l'alcool comme combustible pour alimenter des lampes sur les tables, pour donner des flammes brillantes dans les spectacles, pour faire un grand nombre d'expériences de physique et de chimie. Il est spécialement employé comme dissolvant pour la fabrication des vernis siccatifs les plus beaux et les plus chers. Ces vernis sont, en général, des dissolutions saturées de résines transparentes, sèches, peu colorées, ou même entièrement transparentes, telles que la copale, la sandaraque, le mastic, l'oliban. L'alcool est trop cher pour servir à des teintures en grand ; mais il sert quelquefois à celles de la soie et des rubans.

95. C'est un des dissolvans les plus utiles aux chimistes. Il s'applique sur-tout à la séparation des sels déliquescens dans l'analyse des résidus des eaux minérales, des cendres de plantes, etc. ; à l'extraction et à la purification de la potasse et de la soude, etc. ; à l'examen des matières végétales, après les avoir traitées et épuisées par l'eau froide et chaude ; au traitement de quelques substances animales ; à la précipitation des sels indissolubles dans l'alcool et dissolubles dans l'eau, etc., etc.

§. V I.

Des causes ou du mécanisme de la fermentation vineuse, et de la formation de l'alcool.

96. Quoique j'aie fait voir dans les deux paragraphes précédens que l'alcool n'était pas tout formé, entièrement composé dans le vin; quoique je l'aie regardé comme un produit éloigné de la fermentation vineuse, il n'est cependant pas moins vrai qu'il est dû à cette fermentation; que, sans elle, il n'existeroit pas, et que c'est par elle qu'il est véritablement formé, puisqu'il faut une liqueur fermentée vineuse pour l'obtenir. Il n'est pas moins évident qu'il provient du sucre, puisqu'il est indispensable qu'une liqueur soit sucrée pour devenir vineuse, et puisque quand cette liqueur est passée à l'état de vin, elle ne contient plus de substance saccharine.

97. Il y a long-temps que les chimistes savent que l'alcool se forme aux dépens de la matière sucrée; ce n'est que depuis la doctrine pneumatique et par les belles expériences qui ont servi à l'établir, qu'on a conçu et déja en partie réalisé l'espérance de déterminer le mécanisme par lequel s'opère cette espèce de conversion. Lavoisier est le premier et presque le seul qui s'en soit occupé; et s'il manque encore quelque chose du côté de la précision aux résultats ingénieux qu'il a donnés sur cette transformation, ces résultats sont cependant assez beaux et assez concluans, sur-tout quand on les compare aux hypothèses invraisemblables qui avaient été données avant lui, pour regarder cette partie de la science comme très-avancée et comme très-propre à jeter la plus vive lumière sur l'analyse végétale.

98. Cet illustre chimiste commence par exposer que dans la fermentation vineuse, comme dans toute opération chi-

mique, il se passe une véritable équation entre les principes du corps qui fermentent et ceux qu'il donne après avoir fermenté ; que le mout de raisin, et plus particulièrement le sucre, donnant par la fermentation, d'un côté de l'acide carbonique, et de l'autre de l'alcool, on doit en conclure que le sucre = acide carbonique + alcool ; et qu'en connaissant bien la nature de chacun de ces corps et celle du sucre, on peut apprécier exactement ce qui arrive pendant cette fermentation, ou en quoi consiste le changement de nature qu'elle opère. D'après cette vue, connaissant le sucre dans lequel il avait trouvé 0.64 d'oxigène, 0.28 de carbone et 0.08 d'hidrogène, il l'a fait fermenter à l'aide d'un peu de levure qu'il a aussi examinée : son expérience a été faite dans un appareil ingénieux, dans lequel il a recueilli exactement l'acide carbonique dégagé, et n'a rien perdu des produits de la fermentation. Sans entrer ici dans le détail de la proportion de ces produits, sur laquelle il manque quelque chose du côté de l'exactitude, comme cela devait être dans une première expérience, je ne ferai qu'exposer ici les résultats généraux, qui seuls intéressent la marche générale de la théorie, et conduisent à la connoissance du mécanisme de la fermentation.

99. En calculant la proportion des principes primitifs contenus dans les 0,96 de sucre totalement décomposé dans son expérience, Lavoisier a trouvé que cette quantité d'oxigène, de carbone et d'hidrogène suffisait pour former tout l'alcool, tout l'acide carbonique, et même la portion d'acide acéteux qu'il a obtenu. Il en a conclu qu'il n'est pas nécessaire d'admettre la décomposition de l'eau, comme il l'avait d'abord fait pour expliquer la composition de ces deux principaux produits, l'alcool et l'acide carbonique ; que le mécanisme de la fermentation vineuse ne consiste que dans un changement d'équilibre opéré dans les principes constitutifs du sucre, et dans une union nouvelle et sous un autre ordre de ces principes ; changement favorisé seulement par la présence de l'eau

et du calorique, et commencé sur-tout par le ferment de levure qu'il avait employé.

100. Les effets de cette fermentation se réduisent dans cette théorie fondée sur l'expérience, à séparer en deux nouveaux composés la matière sucrée ; à oxigéner l'une aux dépens de l'autre pour en former l'acide carbonique, produit nécessaire de la fermentation vineuse ; à désoxigéner l'autre en faveur de la première, pour en composer la substance inflammable nommée *alcool* : en sorte, dit-il, que s'il était possible de recombiner ces deux produits, l'alcool et l'acide carbonique, dans les mêmes proportions où ils ont été respectivement formés par le sucre fermenté, on reformerait le sucre tel qu'il était avant la fermentation. Suivant lui, l'hidrogène et le carbone ne sont pas à l'état huileux dans l'alcool ; ils y sont unis à une proportion d'oxigène, qui, maintenue avec eux à un certain équilibre de composition, constitue une nouvelle espèce d'oxide très-inflammable encore, et qui, quand on le décompose en le faisant passer, comme je l'ai indiqué, à travers un tube de porcelaine rouge de feu, reforme de l'eau et de l'acide carbonique, et laisse précipiter une portion de carbone.

101. Aussi l'alcool, qui est du sucre — une quantité notable de carbone et d'oxigène + une quantité également notable d'hidrogène, à la connaissance exacte duquel il ne manque encore que celle de la proportion de ses principes primitifs ; l'alcool, qui est du sucre décarboné et désoxigéné, ou du sucre hidrogéné, se comporte-t-il exactement comme tel dans toutes les expériences auxquelles on le soumet. Il est beaucoup plus léger et volatil que le sucre, en raison de sa proportion d'hidrogène ; il brûle sans fumée et sans suie ; il donne une grande quantité d'eau en brûlant. On voit encore qu'en considérant le mécanisme de la fermentation vineuse dans les propriétés comparées de ses produits, on peut la regarder comme une double opération faite à la fois, comme

une combustion lente et successive du carbone, et une décombustion de l'autre partie du sucre, qui devient alors beaucoup plus combustible, et qui forme l'alcool.

102. Aussi Lavoisier a-t-il terminé ces belles recherches sur la fermentation, en faisant remarquer que cette opération présente un moyen nouveau d'analyser le sucre; qu'en supposant une matière végétale mise à fermenter, bien connue, on peut la considérer, par rapport aux produits qu'elle fournit, comme une véritable équation algébrique, et que chacun des élémens qui la composent peuvent donner une valeur réelle qui permette de rectifier l'expérience par le calcul, et le calcul par l'expérience. C'est ainsi, c'est comme un moyen important d'analyse, que j'ai fait envisager l'étude des fermentations végétales; et l'on doit voir ici que, pour connaître parfaitement la fermentation vineuse et ses produits, pour arriver par cette connaissance à celle de son véritable mécanisme, il n'y a plus qu'à trouver le rapport exact des proportions entre les principes qui se combinent les uns aux autres; et c'est ce qu'on peut espérer aujourd'hui des recherches ultérieures de la chimie, poursuivies dans le même esprit et avec les mêmes appareils que Lavoisier y a déja si utilement employés.

Le résultat général de ce qui est déja connu sur le mécanisme de la fermentation vineuse, c'est que la nature qui l'a fait naître paraît avoir pour primitive intention de réduire le composé végétal à un ordre plus simple de composition, puisque l'un des produits de ce mouvement est déja un composé binaire, l'acide carbonique. On acquerra une suite irréfragable de preuves sur cette vérité capitale, dans l'examen des autres fermentations successives dont je vais m'occuper dans les articles suivans.

ARTICLE V.

De la fermentation acide et de son produit, ou de l'acide acéteux.

1. La fermentation acide était regardée comme le second degré de la fermentation générale par Boerhaave, parce que c'est en effet par un mouvement intestin dont le vin est susceptible qu'on fabrique l'acide acéteux ; mais plusieurs substances végétales qui ne sont pas vineuses peuvent former cet acide, et ce n'est pas une condition indispensable à son existence, qu'il ait été précédé par la fermentation vineuse. Pour bien connaître tout ce qui tient à l'histoire de cette fermentation et de l'acide acéteux, je partagerai cet article en six paragraphes. Dans le premier, j'exposerai les conditions et les phénomènes de la fermentation acéteuse ; dans le second, je traiterai de plusieurs autres moyens d'obtenir de l'acide acéteux, différens de celui de la fermentation, ou de ce que je nomme en général l'*acétification ;* le troisième sera consacré à l'examen des propriétés physiques du vinaigre et de l'acide acéteux ; le quatrième, à celui de ses propriétés chimiques ; je décrirai dans le cinquième les diverses espèces ou modifications de l'acide acéteux, et sur-tout de celle qu'on nomme *acide acétique ;* enfin, le sixième et dernier de ces paragraphes aura pour objet les usages auxquels on emploie le vinaigre, l'acide acéteux et l'acide acétique.

§. Ier.

Des conditions et des phénomènes de la fermentation acéteuse.

2. Quoique beaucoup de substances végétales, et sur-tout

les feuilles plongées dans l'eau, les farines qu'on délaie, les mucilages qu'on en fabrique avec l'eau chaude, soient susceptibles d'éprouver spontanément un mouvement intestin qui les convertit en acide, c'est plus particulièrement sur le vin que l'on pratique et que l'on a bien observé cette espèce de fermentation. Il y a trois conditions essentielles à une liqueur vineuse pour qu'elle passe à la fermentation acéteuse : il faut d'abord qu'elle soit exposée à une température de 20 à 25 degrés du thermomètre de Réaumur. On sait que les vins renfermés dans des caves dont la température est assez constamment à 10 degrés, se conservent sans altération. Il faut de plus qu'ils soient chargés d'une certaine quantité de mucilage et de tartre. C'est pour cela qu'on ne doit coller les vins qu'au moment de les mettre en bouteilles. On les fait fermenter beaucoup plus vîte, sur-tout ceux qui sont très-généreux, qui donnent beaucoup d'alcool à la distillation, en y ajoutant des mucilages quelconques ; le sucre même en petite dose, mais sur-tout la mélasse, leur servent ainsi de ferment. Il faut en troisième lieu que les vins aient le contact de l'air ; plus même ce contact est multiplié, et plus la fermentation acéteuse s'y établit promptement : très-peu de vin restant dans une bouteille en vidange passe promptement à l'état de vinaigre, à cause du grand volume d'air qui le touche de toutes parts ; et Rozier a trouvé qu'une vessie pleine d'air attachée à la bonde d'un tonneau plein de vin qui tournait à l'aigre, se vidait par l'absorption de l'air qu'elle subissait.

3. Tous les vins sont susceptibles d'éprouver la fermentation acéteuse ; mais quoiqu'on y consacre plus particulièrement ceux de médiocre qualité, les expériences de Beccher, répétées depuis par Cartheuser, prouvent que les vins forts qui donnent beaucoup d'alcool à la distillation, fournissent le meilleur vinaigre. C'est ainsi que les vins des environs d'Orléans, qui ont de la qualité, et qui sont assez généreux, donnent un vinaigre très-estimé ; c'est ainsi encore qu'on communique

plus de qualité au vinaigre que l'on fabrique avec de petits vins, en leur ajoutant un peu d'eau-de-vie avant la fermentation. Au reste, quoique cela ait fait penser long-temps aux chimistes que le vinaigre était un *acide spiritueux*, on verra plus bas que cette propriété n'est relative qu'à l'odeur et à la saveur du vinaigre employé dans les usages de la vie, mais nullement à sa nature acide propre, qui est indépendante de la présence ou de la proportion directe de l'alcool qui peut y être uni.

4. Pendant que le vin éprouve la fermentation acéteuse, il y a dans la liqueur un bouillonnement et un sifflement très-sensibles; elle s'échauffe et se trouble; elle offre beaucoup de filamens et de bulles qui la parcourent en tout sens; elle exhale une odeur vive, acide, sans dégager de gaz carbonique, comme cela a lieu dans la fermentation vineuse. Peu à peu ces phénomènes s'appaisent, la chaleur tombe, le mouvement se ralentit, la liqueur devient claire, après avoir déposé un sédiment en flocons rougeâtres glaireux qui s'attachent aux parois des tonneaux. Le vin est ensuite disposé à éprouver, si les circonstances sont favorables, une nouvelle et dernière fermentation qui le dénaturera et le décomposera entièrement; et l'on ne doit pas oublier qu'il y a en effet une telle disposition, que l'on doit prendre des précautions contre le mouvement de décomposition, si l'on veut le conserver.

5. D'après les conditions et les phénomènes indiqués, il n'est pas difficile de convertir le vin en vinaigre; le temps seul opère cette conversion dans des vases mal bouchés et exposés dans un lieu assez chaud. C'est ainsi que, dans beaucoup de ménages, on met dans une salle basse, et toujours à une température qui favorise l'acétification, un baril rempli de vin déja tendant à l'acescence. Quand, après l'y avoir laissé tout-à-fait aigrir après quinze ou vingt jours, on en tire, par un robinet placé vers le bas, une petite portion pour les usages domestiques, on ne fait que remplir le tonneau avec une égale

quantité de vin ; par ce moyen, le vin ajouté passe promptement et successivement à l'état de vinaigre, de manière que ce baril une fois préparé, comme je l'ai dit, suffit pour entretenir le ménage entier sans nouvelle fabrication, puisqu'il ne faut que remplacer par une mesure égale de vin le vinaigre que l'on tire. On voit ici que le vinaigre déja formé sert de ferment au vin que l'on ajoute. Quand on est obligé de recommencer cette opération par une circonstance quelconque, et que l'on veut refaire un baril de vinaigre pour la première fois, on jette dans le vin qu'on y met une peau ou espèce de membrane qu'on retire des barils contenant du vinaigre depuis long-temps, et qu'on nomme *mère de vinaigre*. C'est un dépôt muqueux, concret, dû à la décomposition lente du vinaigre, et qui sert de ferment pour faire naître la fermentation acide dans le vin. Ce fait est si connu, qu'entre des ménages voisins on se prête ainsi la *mère de vinaigre*, comme on se prête du levain pour le pain.

6. Boerhaave a donné, dans ses Élémens de chimie, un procédé très-bon pour fabriquer le vinaigre, et on le pratique encore dans beaucoup d'endroits. On prend deux tonneaux ; on établit, à quelque distance de leur fond, une claie d'osier sur laquelle on étend des branches de vigne et des rafles ; on y verse du vin, dont on remplit l'un entièrement, et l'autre seulement à moitié. La fermentation commence dans ce dernier. Quand elle est bien établie, on remplit ce tonneau avec le vin contenu dans le premier. Par ce moyen, la fermentation se ralentit dans le tonneau rempli, et commence dans celui qui est à moitié vide. Quand elle est parvenue à un degré assez considérable, on remplit de nouveau ce dernier tonneau avec la liqueur de celui qui a fermenté le premier ; de sorte que la fermentation, qui suit la raison inverse des masses, recommence dans celui-ci et se ralentit dans l'autre. On continue à remplir et à vider alternativement les deux tonneaux, jusqu'à ce que le vinaigre soit entièrement formé, ce qui exige ordinairement douze à quinze jours.

§. I I.

Des autres procédés par lesquels on obtient de l'acide acéteux.

7. L'acide acéteux a cela de différent du produit de la fermentation vineuse, qu'il peut se former sans cette fermentation, que souvent il est la suite d'altérations ou de changemens indépendans de la fermentation acide. Les procédés de l'acétification ou de la conversion des matières végétales fades, insipides, sucrées, muqueuses, extractives, en véritable acide acéteux sont très-multipliées; et l'on a observé, depuis quinze ans sur-tout, une foule de circonstances diverses où ces matières s'acédifient sans rien éprouver de vraiment semblable à une fermentation.

8. Ces matières fades ou sapides, mais non acides, le deviennent, et passent toutes en partie à l'état d'acide acéteux par l'action spontanée que l'acide sulfurique exerce sur elles. J'ai déja fait observer plusieurs fois que la seule tendance de l'acide sulfurique concentré pour se saturer d'eau était une cause très-active de l'altération qu'il faisait subir aux matières végétales. Cette altération consiste en trois effets distincts, quoique simultanés : d'un côté, elle unit une portion d'hidrogène de ces matières une partie de l'oxigène qui leur appartient également, pour former de l'eau qui sature l'acide; d'un autre, il s'en sépare du carbone qui brunit, noircit même le mélange et se précipite bientôt au fond de l'acide : en même temps une troisième portion de ces matières passe à l'état d'acide acéteux qui reste confondu avec l'acide sulfurique, et qu'on peut en séparer par la distillation; de sorte qu'il n'y a pas de substance végétale traitée à froid par cet acide puissant qui ne donne plus ou moins d'acide acéteux en la soumettant ensuite à l'action du feu.

9. L'acide nitrique, qui a, comme je l'ai fait voir ailleurs, tant de tendance pour détruire les composés végétaux, y forme toujours un peu d'acide acéteux en même temps que les acides muqueux et oxalique, et peut-être même de l'acide malique. On a vu que l'alcool lui-même était en partie converti en acide acéteux quand on le traitait par l'acide du nitre. L'acide muriatique opère encore une pareille conversion quand on le laisse long-temps séjourner avec des substances végétales, quoiqu'il soit beaucoup moins puissant que les acides sulfurique nitrique. Mais c'est sur-tout l'acide muriatique oxigéné qui, malgré son peu de dissolubilité, reçu en état de gaz dans des liquides végétaux ou des dissolutions de matières végétales, a la propriété d'en convertir une partie en acide acéteux. C'est ainsi qu'en traitant l'alcool par cet agent on le change beaucoup plus en acide acéteux qu'en éther; et c'est pour cela que l'éther muriatique est toujours acide et peu abondant.

10. Il n'est pas encore aussi bien prouvé qu'on l'a cru que la plupart des autres acides végétaux soient susceptibles de passer à l'état d'acide acéteux, et que cet acide soit le terme commun de leur acidification. Si l'acide tartareux paraît en effet passer à cet état, ainsi que l'acide malique; si d'après la présence constante de l'acidule tartareux dans le vin, il peut être regardé comme un ferment qui en sollicite l'acétification, et comme fournissant une matière qui par elle-même s'acétifie: il ne paraît pas qu'on puisse en dire autant de l'acide oxalique, le plus fort et le plus inaltérable des acides végétaux, celui qui résiste à toute altération spontanée, dans les mêmes circonstances où l'acide tartareux et les tartrites se décomposent et se détruisent.

11. On vient de voir qu'il se forme de l'acide acéteux dans des circonstances étrangères à la fermentation, et que sa production n'exige pas nécessairement l'existence d'un mouvement intestin fermentatif; il y a de même une fermentation

acéteuse, en produisant de l'acide acéteux, sans qu'elle ait été précédée de la fermentation vineuse dont on admettait, d'après Boerhaave, l'existence préliminaire comme indispensable ; de sorte que le nom de vinaigre ne peut plus être appliqué qu'au vin lui-même devenu acide ou aigre, mais qu'il faut y substituer celui d'acide acéteux qui doit présenter une autre idée plus générale que le mot *vinaigre*. Presque tous les végétaux sont susceptibles de passer en effet à la fermentation acide ou acéteuse, de donner par là de véritable acide acéteux sans avoir subi auparavant la fermentation vineuse, sans avoir formé d'abord du vin. C'est ainsi que se comportent les feuilles et les racines, les choux aigris dans l'eau, en *sawer-crout*, si mal à propos nommé *chou-croute*, en français ; l'amidon ou la farine délayés dans l'eau et formant l'*eau sure des amidoniers* ; la pâte elle-même qui, lorsqu'on la laisse lever un peu trop fortement, devient aigre et donne un goût sur très-sensible au pain qui en provient.

12. On croyait autrefois que, même dans les cas que je viens de citer, il y avait d'abord une fermentation vineuse, insensible, et que toutes les substances végétales qui s'aigrissaient commençaient par être dans un état vineux : mais on reconnaît manifestement ici l'influence d'un préjugé qui, d'après l'énoncé de Boerhaave, forçait en quelque sorte la nature à se plier aux idées qu'on s'était formées. On ne peut pas admettre une fermentation vineuse dont on n'a nulle preuve et nul indice, dans la sève des arbres au moment où l'on vient de l'extraire, dans les extraits préparés rapidement qui contiennent tous de l'acide acéteux. L'urine de l'homme et celle des animaux n'éprouvent pas assurément une fermentation vineuse, et donnent facilement ce même acide par un changement intestin de leur matière propre : ainsi il faut conclure de là qu'il y a une fermentation acéteuse indépendante et non suite nécessaire de la fermentation vineuse, et une formation d'acide acéteux dans des matières qui ne sont point à l'état vineux.

§. III.

Des propriétés du vinaigre.

13. Le vinaigre, ou l'espèce d'acide acéteux impur qu'on prépare et qu'on emploie le plus communément et qui est fabriqué par la fermentation acéteuse du vin, est un liquide rougeâtre ou jaunâtre que dans ce dernier cas on nomme *vinaigre blanc*, d'une saveur aigre, piquante, assez forte et agréable, d'une odeur légèrement aromatique, et qui retient une portion non décomposée de l'alcool du vin; il pèse de 10.135 à 10.251 l'eau étant 10.000. Il varie beaucoup dans ses propriétés suivant qu'il provient d'un vin plus ou moins alcoolique, coloré, fort et généreux, ou faible et de mauvaise qualité. Je ne parle pas même ici de celui dans lequel on a jeté de l'acide sulfurique ou de l'acide nitrique pour lui donner une acidité plus grande.

14. Cette liqueur usuelle contient, outre l'acide acéteux proprement dit, une certaine quantité de tartre qu'elle ne dépose pas comme le vin, une matière extractive colorante, quelquefois même un peu de mucilage, et souvent de l'acide malique et de l'acide citrique. On y trouve encore du sulfate de potasse et même un peu de sulfate de chaux. On conçoit, au reste, que toutes ces propriétés y varient suivant la nature du vin qui l'a fourni, et qu'ainsi il n'y a pas de vinaigre parfaitement identique. Aussi n'est-ce pas de cet acide que les chimistes examinent ordinairement les combinaisons.

15. Le vinaigre contient ou nourrit une espèce d'animaux microscopiques, qu'on a nommés très-improprement *anguilles*, et qui sont du genre des infusoires. Les naturalistes modernes nomment cette espèce *vibrio aceti*. Il en offre sur-tout une quantité beaucoup plus considérable quand il commence à s'altérer, et il est extrêmement susceptible d'altération. On

le voit se troubler, déposer beaucoup de flocons, prendre une odeur de moisi, former même une masse muqueuse et gluante, semblable à ce que l'on nomme mère de vinaigre. Il est bien reconnu qu'il se décompose beaucoup plus promptement quand on le laisse sur la lie, et voilà pourquoi on le tire à clair immédiatement après qu'on l'a fabriqué. Il paraît qu'une des matières contenues dans le vinaigre qui contribuent le plus à son altération spontanée est le tartre ; car les phénomènes qui existent dans cette décomposition sont les mêmes que ceux d'une dissolution de tartre.

16. Quand on expose le vinaigre à la gelée, il n'y en a qu'une portion qui se gèle ; la partie gelée n'est presque que de l'eau, et la portion non gelée est du vinaigre plus fort. Si l'on continue cette congélation en augmentant successivement l'intensité de froid à chacune, on obtient très-peu de vinaigre non gelé ; il est alors très-fort, moins coloré, moins altérable, et bien plus facile à conserver : on le nomme *vinaigre concentré à la gelée*. C'est un moyen de le conserver ; mais il est fort cher, parce qu'il n'en reste que très-peu qui ne gèle point. Schéele a trouvé un procédé beaucoup meilleur pour obtenir cette conservation : il consiste à le faire bouillir pendant quelques instans. Après cette opération, le vinaigre est beaucoup moins altérable et peut être contenu même dans des vases découverts sans se gâter : elle est, comme on voit, très-simple, très-applicable aux usages économiques.

17. On se sert de l'action du feu sur le vinaigre pour en obtenir l'acide acéteux pur. Pour cela on le distille dans une cucurbite de grès recouverte d'un chapiteau de verre, ou dans une cornue de verre placée sur un bain de sable, à laquelle on adapte un récipient. On donne le feu doucement et de manière seulement à faire bouillir légèrement le vinaigre. Il passe d'abord un liquide d'une odeur vive, fragrante, aromatique, dont la première portion est de l'alcool mêlé d'un peu d'acide acéteux ; il lui succède bientôt une liqueur

acide très-blanche, d'une odeur aigre forte : c'est-là l'acide acéteux ou le vinaigre distillé. Il devient d'autant plus acide que la distillation avance davantage ; il a moins d'odeur avec plus d'acidité : on peut séparer tous ces produits en changeant de récipient à chacun ; mais on fait rarement cette séparation. On se contente de recueillir par cette distillation environ les deux tiers de la liqueur mise en distillation ; quand on en extrait davantage, le produit a l'odeur d'empyreume. Après avoir donné ce produit, ce qui reste du vinaigre est un liquide épais, d'une couleur rouge foncée et sale ; il dépose une certaine quantité de tartrite acidule de potasse ; il est encore très-aigre : ainsi il contient des acides plus fixes que l'acide acéteux auquel est due l'odeur âcre et empyreumatique que donne le vinaigre brûlé. Cet extrait, traité à la cornue, fournit de l'eau colorée acide, de l'huile brune, un peu d'ammoniaque, et laisse un charbon contenant beaucoup de potasse.

§. IV.

Des propriétés chimiques de l'acide acéteux.

18. J'ai dit que les chimistes n'examinaient point les propriétés du vinaigre dans son état commun ; que pour connaître les caractères de l'acide acéteux, ils se servaient de celui qu'ils extrayaient du vinaigre par la distillation : c'est donc de cet acide pur que je vais examiner ici les combinaisons. L'acide acéteux dans cet état, doué d'une transparence parfaite, d'une odeur assez agréable, d'une saveur aigre piquante, d'une pesanteur sensiblement moindre que celle du vinaigre, puisqu'elle ne va qu'à 10,005, rougissant les couleurs bleues végétales, exposé seul au feu, se volatilise et s'évapore tout entier. Il est plus volatil que décomposable ; il se conserve sans s'altérer dans des vaisseaux fermés ; il n'agit point sur l'hidrogène, le carbone, le phosphore et le

soufre ; il s'unit à l'eau en toutes proportions. On ne connaît pas bien encore la manière dont l'altèrent les acides puissans, quoiqu'on sache que l'acide sulfurique concentré, le carbone et l'acide nitrique le décomposent en eau et en acide carbonique. Il dissout faiblement l'acide boracique, et absorbe l'acide carbonique.

19. L'acide acéteux s'unit à toutes les bases terreuses et alcalines, et les sels qu'il forme sont caractérisés par leur grande dissolubilité, leur décomposition par le feu qui les charbone, l'altérabilité spontanée de leurs dissolutions, leur décomposition par un grand nombre d'acides qui en dégagent l'acide acéteux très-concentré.

Voici les propriétés caractéristiques des principales espèces d'acétites qui ont été examinées jusqu'ici. Leur ordre respectif, fondé sur les attractions de l'acide acéteux, est le même que celui qui a été observé pour un grand nombre de sels fossiles.

A. L'acétite de barite cristallise en aiguilles ; sa saveur est amère ; il s'effleurit à l'air ; il est bien dissoluble ; il n'est décomposable que par les carbonates alcalins et non par les alcalis ni les terres pures. Il peut servir à reconnaître la présence et la quantité de l'acide sulfurique dans les vinaigres qui seraient sophistiqués par son addition.

B. L'acétite de potasse existe dans beaucoup de sucs végétaux : on a vu que tous les extraits en contiennent ; le citoyen Vauquelin l'a trouvé dans les fumiers et les terreaux : on le rencontre dans les sèves ; on le sépare même de quelques urines de quadrupèdes. On le prépare pour les usages pharmaceutiques : il a long-temps été nommé *terre foliée de tartre*, parce qu'on l'obtenait sous la forme de feuillets non cristallins et secs. La préparation de ce sel, très-employé en médecine, consiste à saturer du carbonate de potasse pur avec de l'acide acéteux dont on ajoute un excès, à filtrer la liqueur, à l'évaporer à un feu doux dans un vaisseau de porcelaine ou d'argent, à terminer l'évaporation quand la liqueur est

devenue épaisse au bain-marie ou sur des cendres chaudes, jusqu'à siccité; on obtient aussi un sel blanc : quand on l'évapore à un très-grand feu, ce sel devient gris ou brunâtre, parce qu'une partie du vinaigre se brûle.

L'acétite de potasse a une saveur piquante, acide et à la fin urineuse et alcaline; le feu le décompose et le charbonne après l'avoir fondu et boursouflé. A la cornue, il donne de l'eau acide, une huile empyreumatique, un peu d'ammoniaque, et beaucoup de gaz hidrogène carboné et de gaz acide carbonique : le charbon qui reste après cette distillation contient la potasse à nu, et souvent il est à l'état pyrophorique.

L'acétite de potasse attire fortement l'humidité de l'air : il est extrêmement dissoluble dans l'eau, et produit du froid en se dissolvant; sa dissolution concentrée donne, quoique difficilement, des cristaux réguliers prismatiques, mais très-peu permanens à cause de leur déliquescence. La même dissolution, un peu plus étendue d'eau, se décompose spontanément dans des vaisseaux fermés; elle dépose des flocons épais muqueux, gris et noirs à la fin, et ne contient plus au bout de quelques mois que du carbonate de potasse souillé par un peu d'huile charbonneuse. Il ressemble par cette propriété au tartrite de potasse.

L'acétite de potasse est décomposable par les acides puissans. Distillé avec l'acide sulfurique concentré il donne un acide acéteux extrêmement âcre, et qu'on a même confondu à cause de son odeur avec l'acide acétique dont je parlerai plus bas. Les acides tartareux et oxalique décomposent aussi l'acétite de potasse, et ils sont plus forts que l'acide acéteux. On verra plus bas que ce sel précipite beaucoup de dissolutions métalliques à l'aide des attractions doubles. Quand on le distille avec l'acide arsenieux ou oxide blanc d'arsenic, il donne un produit volatil, fumant, d'une odeur horriblement fétide, et qui s'enflamme spontanément à l'air en répandant une fumée abondante et une flamme rougeâtre.

C. L'acétite de soude a été très-improprement nommé *terre foliée minérale*, puisque cette dénomination ne devait pas, même dans l'ancienne nomenclature, être donnée à un sel bien cristallisable. On le prépare en saturant du carbonate de soude d'acide acéteux. On évapore la dissolution filtrée jusqu'à légère pellicule, et il se cristallise par le refroidissement des prismes striés, assez semblables à ceux du sulfate de soude déposés rapidement. Ce sel est amer, piquant et mêlé d'une saveur acide d'abord et alcaline ensuite. Il se décompose au feu, comme le précédent, spontanément dans sa dissolution aqueuse. Il n'est pas déliquescent comme lui; il laisse cependant un résidu pyrophorique après la distillation. Il est décomposable par la barite et par la potasse.

D. On connaît encore très-peu l'acétite de strontiane, on sait seulement que cette combinaison a une saveur douce, qu'elle est très-soluble, et qu'elle se décompose facilement à une chaleur forte.

E. L'acide acéteux se combine promptement et facilement avec la chaux; il dissout le carbonate de chaux avec effervescence: quand il en est saturé, et quand on fait évaporer sa dissolution jusqu'à pellicule, elle donne des cristaux en prismes très-fins, en espèces d'aiguilles brillantes et satinées. Ce sel est aigre et amer; il s'effleurit à l'air comme l'acétite de barite; il est décomposé par cette base, ainsi que par les deux alcalis fixes. Les acides puissans en dégagent, comme de tous les autres acétites, l'acide acéteux avec effervescence. Il décompose plusieurs sels par les attractions doubles. On obtient souvent l'acétite de chaux dans les analyses chimiques en traitant les résidus d'eaux minérales et différentes terres ou pierres divisées, par leur fusion avec la potasse à l'aide de l'acide acéteux.

F. L'acide acéteux s'unit promptement à l'ammoniaque: cette combinaison liquide avec un excès d'acide acéteux forme l'*esprit de Mendererus*, qu'on prépare dans les pharmacies; c'est l'acétite ammoniacal. En l'évaporant pour essayer de le faire

cristalliser, il se volatilise tout entier ; aussi quelques chimistes ont-ils proposé de le préparer par la distillation. C'est ainsi qu'on l'extrait des eaux de fumier, de quelques sèves fermentées, et même des urines altérées. On assure cependant en avoir obtenu quelques cristaux aiguillés, d'une saveur chaude piquante et d'une forte déliquescence. Ce sel est décomposé par le feu, par les acides, par les alcalis et par plusieurs bases terreuses : il se détruit spontanément.

G. L'acétite de magnésie est préparé très-facilement par l'union immédiate de l'acide acéteux et du carbonate de magnésie qu'il dissout avec effervescence. Il ne cristallise que très-difficilement, et sa dissolution donne par l'évaporation une masse visqueuse, déliquescente. Par cette propriété on le sépare aisément de l'acétite de chaux avec lequel il est souvent confondu sous forme sèche, dans le produit de l'évaporation des résidus terreux d'eaux minérales traités par l'acide acéteux. Cette masse saline, toujours satinée et brillante, attire l'humidité et se fond à l'air. Tant qu'elle contient de l'acétite de magnésie, on enlève cette partie liquéfiée à mesure ; et quand il n'y a plus de déliquescence, il reste de l'acétite de chaux pur.

L'acétite de magnésie, outre les propriétés génériques des acétites, est de plus décomposable par la barite, les alcalis fixes, la strontiane, la chaux, et en partie par l'ammoniaque.

H. L'acide acéteux dissout bien la glucine. Cette dissolution, suivant le citoyen Vauquelin, ne cristallise point ; elle se réduit par l'évaporation en une substance comme gommeuse, qui devient lentement sèche et cassante ; elle conserve long-temps une sorte de ductilité. Sa saveur est sucrée et assez fortement astringente ; cependant elle laisse distinguer celle du vinaigre.

I. Cet acide ne dissout que très-difficilement l'alumine ; il forme avec elle de petits cristaux aiguillés, mous, sensiblement astringens, qui sont décomposables par toutes les

bases précédentes. On connaît peu encore les propriétés de l'acétite d'alumine.

K. Il en est de même de l'acétite de zircone. On l'a très-peu examiné jusqu'ici : tout ce qu'on en sait, c'est que cette combinaison saline existe, qu'elle est gélatiniforme et décomposable par toutes les bases alcalines et terreuses connues.

20. L'acide acéteux agit sur un grand nombre de substances métalliques, et présente dans sa combinaison avec ces corps des phénomènes plus ou moins importans à connaître, ou des composés plus ou moins utiles.

21. Sans action sur l'arsenic, il ne dissout pas non plus l'acide arsenieux ; mais cet acide, distillé avec partie égale d'acide de potasse, a donné au citoyen Cadet et aux chimistes de l'académie de Dijon une liqueur rouge, fumante, d'une odeur très-infecte, très-tenace, et d'une nature très-singulière. Le citoyen Cadet avait déja observé que cette liqueur était dans le cas d'enflammer le lut gras. Les académiciens de Dijon voulant examiner la matière jaunâtre d'une consistance huileuse, rassemblée au fond du flacon qui contenait la liqueur fumante arsénico-acéteuse, décantèrent une portion de cette liqueur surnageante, et versèrent le reste sur un filtre de papier : à peine eut-il passé quelques gouttes qu'il s'éleva tout-à-coup une fumée infecte très-épaisse qui formait une colonne depuis le vase jusqu'au plafond ; il s'excita sur les bords de la matière une espèce de bouillonnement, et il en partit une belle flamme rose qui dura quelques instans. Cette liqueur, que les chimistes de Dijon comparent à un phosphore liquide, est une espèce de pyrophore comme ceux dont on parlera plus bas. Le résidu de la distillation de l'acétite de potasse avec l'acide arsenieux est formé en grande partie par la potasse.

22. L'acide acéteux dissout le cobalt en oxide, et il forme une dissolution d'un rose pâle, qui ne fournit point de cristaux, mais dont les propriétés ne sont pas connues.

23. Il n'a aucune action sur le bismuth ni sur son oxide, mais il dissout celui de manganèse. On ignore son action sur le titane, l'urane, le tungstène, le molybdène et le chrome.

24. Il dissout directement le nickel, suivant Arwidsson : cette dissolution donne des cristaux verts, figurés en spatule.

25. Cet acide n'agit point sur l'antimoine ; mais il paraît dissoudre l'oxide vitreux de ce métal, puisqu'Angelus Sala faisait une préparation émétique avec ces deux substances.

On ignore son action sur le tellure.

26. Le zinc se dissout très-bien dans l'acide acéteux, ainsi que son oxide. Le citoyen Monnet a obtenu de cette dissolution évaporée des cristaux en lames plates. L'acétite de zinc fulmine sur les charbons, et répand une petite flamme blenâtre après s'être fondu et boursouflé. Il donne à la distillation une liqueur inflammable, un fluide huileux jaunâtre qui devient bientôt d'un vert foncé, et un sublimé blanc qui brûle à la lumière d'une bougie avec une belle flamme bleue. Le résidu est à l'état d'un pyrophore peu combustible. On voit que le vinaigre doit dissoudre l'étamage fait avec le zinc. Laplanche le médecin a prouvé que l'acétite de zinc n'a rien de dangereux pour l'économie animale.

27. L'acide acéteux ne dissout pas le mercure dans l'état métallique. Cependant on parvient à faire cette combinaison en divisant fortement le métal à l'aide des moussoirs, comme le faisait Keyser. Dans cette opération le mercure s'oxide d'abord en noir, et se dissout ensuite dans l'acide.

On unit facilement le mercure, dans l'état d'oxide, avec l'aide acéteux. Il suffit de faire bouillir cet acide sur l'oxide de mercure rouge, nommé précipité *per se*, sur le turbith, ou sur le mercure précipité de sa dissolution nitrique par la potasse. La liqueur devient blanche, et s'éclaircit lorsqu'elle est bouillante ; on la filtre ; par le refroidissement, elle précipite des cristaux argentés en paillettes ou en lames striées semblables à l'acide boracique. On a donné à cet acétite de

mercure le nom de terre foliée mercurielle. On le prépare sur-le-champ en versant une dissolution nitrique de mercure dans une dissolution d'acétite de potasse ; l'acide nitrique s'unit à l'alcali fixe de ce dernier sel, avec lequel il forme du nitre qui reste en dissolution dans la liqueur ; et l'oxide de mercure, combiné avec l'acide du vinaigre, se précipite d'abord en poudre d'un blanc jaunâtre, ensuite sous la forme de paillettes brillantes, sur-tout quand on évapore la liqueur. On filtre le mélange ; l'acétite de mercure reste sur le filtre. Ce sel se décompose par l'action du feu ; son résidu donne une espèce de pyrophore. Il est facilement altéré par les vapeurs combustibles ; il est âcre et d'un usage peu sûr.

28. L'étain n'est que peu altéré par l'acide acéteux ; cet acide n'en dissout qu'une petite quantité, et cette dissolution évaporée donne, suivant le citoyen Monnet, un enduit jaunâtre semblable à une gomme et d'une odeur fétide.

29. Le plomb est un des métaux sur lesquels l'acide acéteux a le plus d'action. Cet acide en opère l'oxidation et dissout les oxides avec la plus grade facilité. En exposant des lames de ce métal à la vapeur du vinaigre chaud, elles se couvrent d'une poudre blanche, qu'on appelle *céruse*, et qui n'est qu'un oxide de plomb contenant un peu de vinaigre. Cet oxide, broyé avec un tiers de craie, forme le *blanc de plomb*. Pour saturer le vinaigre de tout l'oxide de plomb qu'il peut dissoudre, on verse cet acide sur de la céruse dans un matras ; on met ce mélange en digestion sur un bain de sable ; on filtre la liqueur après plusieurs heures de digestion ; on la fait évaporer jusqu'à pellicule ; elle fournit par le refroidissement et par le repos des cristaux blancs, formant ou des aiguilles informes, si la liqueur a été trop rapprochée, ou des parallélipipèdes aplatis, terminés par deux surfaces disposées en biseau, lorsque l'évaporation a été bien faite. On a nommé cet acétite de plomb *sel* ou *sucre* de *saturne*, à cause de sa saveur sucrée ; cette saveur est en même temps légèrement styptique.

On prépare un sel semblable avec l'oxide de plomb vitreux ou la litharge et le vinaigre ; on fait bouillir, jusqu'à saturation, parties égales de ces deux substances; on évapore jusqu'à consistance de sirop clair ; on a alors l'*extrait de saturne* de Goulard, connu long-temps avant lui sous le nom de vinaigre de saturne.

L'acétite de plomb est décomposé par la chaleur ; il fournit à la distillation une liqueur acide, rousse, très-fétide, fort différente de l'acide acétique dont il sera bientôt question : le résidu de la distillation est un très-bon pyrophore. Ce sel est décomposé par l'eau distillée, par la chaux, les alcalis et les acides radicaux simples, ainsi que plusieurs végétaux qui donnent avec lui des sels indissolubles ; et mêlé d'un peu d'eau-de-vie, il forme l'eau végéto-minérale.

3o. L'acide acéteux dissout le fer avec activité ; l'effervescence qui a eu lieu dans cette dissolution est due au dégagement du gaz hidrogène fourni par l'eau qui est décomposée. La liqueur prend une couleur rouge ou brune ; elle ne donne par l'évaporation qu'un magma gélatineux, mêlé de quelques cristaux bruns alongés. L'acétite de fer a une saveur styptique et douceâtre ; il est décomposé par le feu, et laisse dégager son acide ; il attire l'humidité de l'air ; il se décompose dans une grande quantité d'eau distillée. Lorsqu'on le chauffe jusqu'à ce qu'il ne répande plus d'odeur de vinaigre, il laisse un oxide jaunâtre facilement réductible, attirable à l'aimant. La dissolution acéteuse de fer donne une encre très-noire avec la noix de galle, et elle pourrait être employée avec succès dans la teinture ; les prussiates alcalins en précipitent un bleu de Prusse très-éclatant ; les alcalis purs et sur-tout l'ammoniaque en séparent le fer à l'état d'oxide presque noir, et l'on a proposé cette précipitation pour préparer l'*éthiops martial*. Les oxides de fer noir, jaune et brun, le carbonate de fer natif, ou la mine de fer spathique, donnent avec l'acide acéteux des dissolutions d'un très-beau rouge.

31. Le cuivre s'oxide et se dissout avec beaucoup de facilité dans l'acide acéteux : la dissolution de ce métal, aidée par la chaleur, prend peu à peu une couleur verte ; mais elle s'opère plus facilement avec ce métal déja altéré et oxidé par le vinaigre. Le cuivre ainsi oxidé est le vert-de-gris ou verdet gris. On le prépare, aux environs de Montpellier, en mettant des lames de ce métal dans des vases de terre avec des rafles de raisin qu'on a d'abord arrosées et fait fermenter avec de la vinasse. La surface de ces lames se couvre bientôt d'une rouille verte, qu'on augmente encore en les mettant en tas, et en les arrosant avec du vinaigre ; alors on ratisse le cuivre et on enferme le verdet gris dans des sacs de peau qu'on envoie dans le commerce. Montet, apothicaire à Montpellier, a très-bien décrit cette manipulation dans deux mémoires imprimés parmi ceux de l'Académie des Sciences en 1750 et 1753.

Le citoyen Chaptal a fait connaître à l'Institut les procédés perfectionnés qu'on emploie aujourd'hui pour cette préparation. On a vu qu'on fabriquait autrefois l'acétite de cuivre avec des rafles desséchées qu'on faisait tremper pendant huit jours dans la vinasse, et qu'on faisait ensuite égoutter dans une corbeille ; on les portait dans un vase de terre ou *oule ;* on y versait quatre litres de vin, et on en imprégnait fortement les rafles, en les maniant avec la main dans cette liqueur ; la fermentation et la chaleur une fois tombées, on retirait les rafles et on les arrangeait, couche par couche, avec des lames de cuivre.

Aujourd'hui on prend le marc exprimé du raisin ; on l'arrange dans des tonneaux, en le soulevant et l'aérant ; on le fait fermenter ; on le met, couche par couche, avec des lames de cuivre, dans des pots de terre ou *oules* destinés à cet usage ; en dix ou quinze jours les lames sont recouvertes de petits cristaux soyeux : on les place alors de champ sur des bâtons disposés à cet effet dans un coin de l'atelier. Après

trois ou quatre jours de repos on les trempe dans l'eau et on les remet à la même place. On renouvelle cette immersion et ce dessèchement de huit en huit jours, pendant près de deux mois : à ce terme on racle avec un couteau de bois la couche de vert-de-gris qui recouvre les deux surfaces de chaque plaque de cuivre. On voit que tout l'avantage est pour ce second procédé, généralement adopté ; au lieu de consommer, comme dans le premier, une grande quantité de vin, on n'en emploie qu'un produit de nulle valeur.

Le verdet gris se dissout avec promptitude dans l'acide acéteux. Cette dissolution, qui est d'une belle couleur bleue verdâtre, fournit par l'évaporation et le refroidissement des cristaux bleus foncés en pyramides quadrangulaires tronquées, auxquels on donne le nom de *verdets* ou celui de *cristaux de Vénus.* Ceux qu'on prépare dans le commerce, et qui portent le nom de verdets distillés, parce qu'on les fabrique avec le vinaigre distillé, sont sous la forme d'une belle pyramide ; les cristaux de ce sel offrent cet arrangement, parce qu'ils sont déposés sur un bâton fendu en quatre à son extrémité, et dont les branches ont été écartées par un morceau de liége. Le citoyen Chaptal conseille de le préparer en mêlant une dissolution de sulfate de cuivre à une dissolution d'acétite de plomb ; il se précipite un sulfate de plomb, qui peut être employé pour blanc de plomb, et la liqueur surnageante contient de l'acétite de cuivre qu'on en obtient par l'évaporation.

Ce sel a une saveur forte et est très-vénéneux ; il est efflorescent, très-dissoluble, décomposable par tous les alcalis. Au feu et par la distillation, il donne son acide dans un état particulier dont il sera question plus bas.

32. L'acide acéteux dissout l'oxide d'argent, l'oxide d'or et de platine, sur-tout par l'action de la chaleur. Ces dissolutions âcres et caustiques sont décomposées par le feu, par les alcalis, par les hidrosulfures et les sulfures hidrogénés. Bergman a remarqué que cette dissolution acéteuse d'or donnait

de l'or fulminant par l'ammoniaque. Cet acide, au reste, n'a pas d'action sur ces trois métaux, les moins oxidables qui soient connus, quoi qu'en aient pu dire les alchimistes.

33. Le vinaigre peut s'unir à beaucoup de matériaux immédiats de végétaux. Il dissout les extraits, les mucilages, les sels essentiels; il touche même un peu aux gommes-résines et aux huiles; on l'associe facilement avec des matières extractives et colorantes végétales, de manière à lui communiquer leur saveur, leur odeur, leurs propriétés médicinales ou agréables. C'est sur cela qu'est fondé l'art de faire des vinaigres médicamenteux, des vinaigres de table et de toilette, des vinaigres aromatiques, par la simple infusion ou par la distillation: la prétention qu'on avait autrefois de former des vinaigres médicinaux très-importans, en faisant fermenter des plantes médicamenteuses avec du vin, est reconnue depuis long-temps pour une erreur.

Le vinaigre dissout très-facilement aussi le glutineux de la farine de froment, et on peut séparer de cette dissolution, même après plusieurs années, par le moyen des alcalis, ce corps avec son élasticité et ses propriétés caractéristiques.

§. V.

Des diverses modifications ou espèces d'acides formées par le vinaigre.

34. On a vu par le détail des propriétés décrites jusqu'ici, que l'acide du vinaigre était susceptible de se trouver dans quelques modifications particulières, et qu'on pouvait le distinguer dans chacune d'elles, sinon comme espèces distinctes, au moins comme variétés méritant une dénomination spéciale et déterminée. C'est ainsi qu'au mot de *vinaigre* on ajoute ceux *concentré par la gelée*, pour distinguer celui qui a été privé d'une partie de son eau par la congélation;

bouilli, pour annoncer cet effet de conservation que quelques minutes d'ébullition y produisent. C'est ainsi encore que l'expression d'*acide acéteux*, *synonyme* de celle de *vinaigre distillé*, le distingue cependant, et caractérise assez sa nature un peu différente, pour ne laisser aucun sujet de confusion entre eux.

35. Sans doute des observations nouvelles et faites avec beaucoup de soin, feront quelque jour regarder comme une variété particulière de cet acide celui qu'on obtient par la distillation des acétites terreux ou alcalins, et celui qui se dégage par le feu de l'acétite de plomb. Mais celle de toutes les modifications de cet acide qui a été jusqu'ici le plus soigneusement distinguée, qu'on a le plus étudiée, et qui a présenté en effet les différences les plus prononcées et les plus remarquables aux observateurs, c'est le produit de la décomposition de l'acétite de cuivre cristallisé par l'action du feu.

36. Lorsqu'on distille ce sel réduit en poudre, dans une cornue de verre ou de terre avec un récipient, on obtient un fluide d'abord blanc et peu acide, mais qui acquiert bientôt une acidité considérable, et telle qu'il semble égaler la concentration des acides minéraux. On change de récipient pour avoir à part ces deux produits : on a donné au dernier le nom de vinaigre radical ou vinaigre de Vénus. Cet acide est coloré en vert par une certaine quantité d'oxide de cuivre qu'il entraîne dans sa distillation. Lorsqu'il ne passe plus rien et que la cornue est rouge, le résidu qu'elle contient est sous la forme d'une poussière brune de la couleur de cuivre, et qui donne souvent aux parois du vaisseau le brillant de ce métal. Le résidu est fortement pyrophorique ; il contient peu d'oxide et un peu de charbon.

On rectifie le vinaigre de Vénus en le distillant à une chaleur douce ; alors il est parfaitement blanc, pour peu qu'on ne pousse pas trop le feu vers la fin de l'opération, et qu'on

ne dessèche pas trop la portion d'oxide de cuivre qui reste dans la cornue.

37. La réduction du cuivre, observée dans cette expérience, éclaire sur la nature du vinaigre radical ; on a d'abord remarqué que cet acide était au vinaigre ordinaire ce qu'est l'acide muriatique oxigéné à l'acide muriatique pur, ou plutôt ce que l'acide sulfurique est à l'acide sulfureux, et ce que l'acide nitrique est à l'acide nitreux. Dans cette opération, l'acide acéteux paraissait s'unir à l'oxigène de l'oxide de cuivre, qui passait en même temps à l'état métallique. Les effet produits par le vinaigre radical, assez différens de ceux qui sont occasionnés par le vinaigre ordinaire, semblaient donc dus à l'excès d'oxigène dont cet acide s'était emparé. Telle était la théorie adoptée par le citoyen Berthollet ; et c'était pour cela que, suivant les règles de nomenclature tant de fois exposées dans cet ouvrage, on avait nommé acétique cet acide.

Mais le citoyen Perès, pharmacien, a commencé le premier à élever publiquement des doutes sur cette nature comparée de l'acide acétique, et à énoncer, soit d'après plusieurs faits déja connus et rapprochés plus exactement, soit d'après quelques essais qui lui étaient particuliers, que la seule différence qui existât entre cet acide et l'acide acéteux pourrait bien consister dans la proportion du carbone, moindre dans le premier et plus forte dans le dernier.

Le citoyen Adet a, à la fin de l'an 6, lu, à l'Institut, sur la différence de ces deux acides, un mémoire où il a décrit plusieurs expériences nouvelles, soit sur la distillation et les produits de l'acétite de cuivre, soit sur le traitement de l'acide acéteux par l'oxide de manganèse, soit sur les combinaisons comparées de l'acide acétique et de l'acide acéteux. Après avoir fait voir qu'il se forme de l'eau et de l'acide carbonique, et qu'il y a du carbone mis a nu pendant la distillation de l'acétite de cuivre ; que l'acide acéteux distillé sur

de l'oxide de manganèse ne s'oxigène jamais ; que l'acide acétique, uni aux oxides métalliques, ne se comporte pas différemment que l'acide acéteux ; que l'acide nitrique n'attaque pas plus les métaux que l'acide acéteux ; que les sels formés par l'un et l'autre avec les bases terreuses et alcalines, n'offrent que de légères différences, il a cru pouvoir conclure de son travail : 1°. que l'acide du vinaigre n'absorbait point d'oxigène dans sa combinaison avec l'oxide de cuivre, et ne se présentait pas dans deux états différens ; 2°. qu'il était constamment au plus haut degré d'oxigénation, et toujours en état d'acide acétique, même dans celui de vinaigre distillé, nommé jusque-là acide acéteux ; 3°. qu'il n'existait pas d'acide acéteux proprement dit, à moins qu'on ne voulût nommer ainsi les acides tartareux et malique qui, par une addition d'oxigène, devenaient acide acétique ; 4°. qu'il n'existait que des acétates et non des acétites ; 5°. enfin, que la différence entre ce qu'on avait nommé jusque-là acide *acéteux* et acide *acétique* ne lui paraissait dépendre que de l'état concentré du premier, et de sa quantité d'eau beaucoup moindre que celle du second.

38. Mais cette conclusion du citoyen Adet paraît être véritablement un peu forcée, et non contenue avec la précision énoncée dans les expériences qui la précèdent. En effet on ne peut s'empêcher de reconnaître des différences entre les deux acides énoncés par les expériences du citoyen Adet lui-même, sur-tout dans les combinaisons ; différences dont ce chimiste avait annoncé qu'il s'occuperait de chercher la raison.

Le citoyen Chaptal s'est occupé de cet objet en dernier lieu ; et un mois environ après la publication du travail du citoyen Adet, il a communiqué à la Société Philomathique des observations et des expériences d'où il a cru devoir tirer des résultats un peu différens de ceux du citoyen Adet. Des acides acéteux et acétique amenés d'abord au même degré de pe-

santeur et de concentration au moyen de l'eau, lui ont présenté des odeurs et des saveurs bien différentes : l'acétite, bien plus âcre, a fait un sel bien cristallisé avec l'oxide de cuivre; l'acéteux s'est à peine coloré en vert bleuâtre, et n'a offert qu'une croûte saline ; celui-ci a exigé un sixième de moins de potasse pour être saturé que l'acétique. En distillant tous les deux avec un quart de leur poids d'acide sulfurique, le mélange de l'acide acéteux s'est coloré en rouge foncé, celui de l'acétique en jaune paille; l'acéteux, en laissant du charbon dans la cornue, s'est rapproché de l'acétique ; l'acétite et l'acétate de potasse, tous deux évaporés à siccité et distillés également à un feu gradué jusqu'à les décomposer complétement, ont laissé le premier le treizième, et le second le dix-septième de son poids. En distillant de l'acétite de cuivre, une portion du carbone de l'acide acéteux se porte sur l'oxigène de l'oxide de cuivre et s'échappe en acide carbonique; une autre reste en nature avec le cuivre : ainsi l'acide acéteux passe à l'état acétique en perdant une partie de son carbone qu'en séparent les acides ou les oxides métalliques.

Le citoyen Chaptal conclut de ces expériences que l'acide acéteux et l'acide acétique diffèrent réellement entre eux, en ce que le premier contient plus de carbone que de soude, que l'acide acéteux ne devient acétique qu'en se décarbonant ; que la modification ne dépend que de la soustraction du carbone ou de la diminution du radical, et non pas de l'addition de l'oxigène, ou de l'augmentation de l'acidifiant, comme cela a lieu dans les acides à radicaux simples.

Il faut en effet remarquer ici que le radical binaire hidrocarboné de cet acide doit éprouver un changement quand la proportion du carbone y est diminuée ; qu'il ne contient plus réellement ensuite le même radical; qu'ainsi il n'est plus possible de le faire désormais repasser à l'état d'acide acéteux; mais que néanmoins on peut toujours considérer l'acide ainsi décarboné comme un acide plus oxigéné que

l'acéteux, puisque la proportion de l'acidifiant y est en effet augmentée par la diminution de celle du carbone, et qu'ainsi le nom d'acide acétique doit lui être conservé. Continuons à décrire les propriétés qui le distinguent.

39. L'acide acétique bien rectifié est d'une odeur si vive et si pénétrante, qu'il est impossible de la soutenir quelque temps ; il a une telle causticité, qu'appliqué sur la peau il la ronge et la cautérise ; il est extrêmement volatil et même inflammable ; chauffé avec le contact de l'air, il s'enflamme et brûle d'autant plus rapidement qu'il est plus sec et plus rectifié. Cette expérience a porté les chimistes à croire que les produits du vinaigre contenaient de l'alcool, et semblaient être une sorte d'éther naturel. Cette idée s'accorde avec l'odeur pénétrante et agréable que répandent les premières portions de cet acide distillé. L'acide acétique s'évapore en entier à l'air ; il s'unit à l'eau avec beaucoup de chaleur ; il forme avec les terres, les alcalis et les métaux des sels différens de ceux du vinaigre ordinaire ; nous les nommons acétates de potasse, de soude, de zinc, de mercure. Lassone a fait voir que l'acétate ammoniacal est différent de l'acétite ammoniacal ou esprit de Mendererus : quoique nous n'ayons point encore une connaissance suffisante de tous les acétates, leur forme, leur saveur, leur dissolubilité annoncent assez qu'ils sont réellement différens des acétites.

Courtanvaux a prouvé qu'il n'y avait que la dernière portion d'acide acétique obtenue dans la distillation de l'acétite de cuivre ou verdet qui fût inflammable, et qu'elle jouissait aussi de la propriété de se congeler par le froid. Dans les expériences de ce chimiste, la dernière portion rectifiée de l'acide s'est cristallisée dans le récipient en grandes lames et en aiguilles, et elle n'est devenue fluide qu'à treize et quatorze degrés au-dessus du terme de la glace. Cette propriété semble montrer une analogie entre l'acide acétique et l'acide muriatique oxigéné.

4o. L'acide acétique diffère sur-tout de l'acéteux par sa propriété de décomposer l'alcool et de former de l'éther, il ne faut cependant pas la comparer à l'action des acides puissans. C'est au citoyen Lauraguais qu'on doit la découverte de l'éther acétique. Il suffit pour l'obtenir de verser dans une cornue de l'acide acétique bien rectifié sur partie égale d'alcool. Il s'excite une chaleur considérable. On met la cornue sur un bain de sable chaud, on y adapte deux récipiens, dont le dernier plonge dans l'eau froide ou dans la glace pilée; on fait bouillir promptement le mélange. Il passe d'abord un alcool déphlegmé, ensuite de l'éther, et enfin un acide qui devient d'autant plus fort, que la distillation avance davantage; il reste dans la cornue une masse brune assez semblable à une résine. On a soin de changer le récipient, dès que l'odeur éthérée devient âcre et piquante, et on recueille l'acide à part. On rectifie l'éther acétique à une chaleur douce avec de la potasse; il s'en perd beaucoup dans cette seconde opération.

Schéele dit n'avoir pu réussir à préparer l'éther acétique par le vinaigre radical uni à l'alcool, et ne l'avoir obtenu qu'en ajoutant un acide minéral. M. Pœrner avait déja fait la même remarque sur la difficulté d'obtenir l'éther acétique par le procédé du citoyen Lauraguais. Cependant beaucoup de chimistes français ont exécuté ce procédé, et je puis assurer l'avoir répété moi-même avec succès, mais à la vérité je n'ai obtenu qu'une très-petite quantité d'éther, en comparaison de celui que forment les acides puissans.

Le citoyen Laplanche, pharmacien à Paris, prépare l'éther acétique en versant de l'acide sulfurique concentré et de l'alcool sur l'acétite de plomb introduit dans une cornue. La théorie et la pratique de cette opération sont absolument les mêmes que celles des éthers nitrique et muriatique préparés par un procédé analogue.

L'éther acétique a une odeur agréable comme tous les

autres, on y distingue cependant l'odeur de l'acide acétique. Il est très-volatil et très-inflammable ; il brûle avec une flamme vive et laisse une trace charbonneuse après sa combustion.

41. On n'a point encore apprécié l'action qu'exerce l'acide acétique sur les matériaux immédiats des végétaux, comparativement à celle de l'acide acéteux ; s'il a quelques effets différens, c'est sans doute à son action et à son énergie qu'il les doit : on ne l'a encore employé à aucune préparation pharmaceutique ou industrielle, de sorte qu'on ignore absolument s'il se distingue dans ce mode d'action.

§. VI.

Des usages de l'acide acéteux.

42. Tout le monde sait combien le vinaigre commun est généralement employé dans les usages de la vie, et combien de services importans il rend dans la société ; c'est l'assaisonnement le plus fréquent et le plus utile dont on puisse se servir ; on l'unit et on le mêle à tous les mets, dont il couvre la fadeur et dont il relève le goût. Il y a peu d'hommes à qui il ne soit pas agréable. On le boit mêlé avec l'eau et souvent combiné avec le sucre ou le miel. Les Romains faisaient prendre à leurs soldats de l'eau vinaigrée, *posca*, et on attribue à cet usage la santé soutenue de leurs armées. Malgré l'avantage du vinaigre et la généralité de son emploi comme assaisonnement, l'abus ou l'excès en est nuisible : il dérange l'estomac, en diminue la force, dissout et ramollit le tissu organique, produit l'amaigrissement. On l'emploie comme préservatif dans les maladies pestilentielles. Il sert aussi à conserver les fruits, quelques feuilles et plusieurs substances alimentaires qu'on y laisse macérer plus ou moins long-temps.

43. Les médecins ont beaucoup multiplié les usages du

vinaigre comme médicament; il est rafraîchissant, tempérant, antiseptique, antibilieux. On en fait un sirop très-agréable; on le combine avec le miel; on ajoute à cette préparation, nommée *oximel*, la seille et même le colchique, pour la rendre diurétique, apéritive, incisive. Le vinaigre commun est l'excipient de beaucoup de médicamens; on fait infuser ou macérer un grand nombre de plantes diverses pour préparer le vinaigre scillitique, colchique, le vinaigre aromatique, amer, antiscorbutique, le vinaigre thériacal, celui des quatre-voleurs. On le distille avec des plantes très-aromatiques pour obtenir les vinaigres odorans, destinés sur-tout à la toilette. On connaît les diverses préparations usuelles et destinées à la table que l'on fait par l'infusion du vinaigre; savoir, spécialement le vinaigre surard, le vinaigre rosat, le vinaigre à l'estragon, à l'ail, et toutes les variétés qu'on a imaginées pour multiplier les saveurs, les odeurs de ce liquide.

44. L'acide acéteux ou vinaigre distillé est employé à un grand nombre de combinaisons pharmaceutiques : tels sont l'acétite de potasse et de soude qu'on administre comme fondans à la dose de quelques grammes; l'acétite d'ammoniaque qu'on donne comme cordial, sous le nom d'*esprit de Mendererus*; l'acétite de mercure qu'on nommait *terre foliée mercurielle*, et qui faisait la base du remède de Keyser dans les maladies vénériennes; l'acétite de plomb, qu'on prescrit souvent à l'extérieur dans les médicamens nommés *extrait de Saturne*, *sel* ou vinaigre de *Saturne*, *eau végéto-minérale*, *cérat de Saturne*, mais qu'on ne doit employer qu'avec beaucoup de réserve et de prudence. Les médecins seuls les plus habiles et les plus sages ont le droit d'administrer de pareils composés, qui peuvent faire beaucoup de mal entre les mains d'hommes, qui en ignorent les effets; à plus forte raison faut-il craindre l'emploi de la céruse, du verdet gris, de l'acétite de cuivre cristallisé : ces matières n'entrent guère que dans quelques préparations externes emplastiques.

45. Ces oxides et ces sels métalliques préparés avec le plomb, le cuivre, au moyen du vinaigre, servent à un très-grand nombre d'usages dans les arts; la peinture sur-tout en fait une grande consommation. Il ne faut pas oublier qu'en les faisant servir à ces arts on s'expose à des dangers et à des empoisonnemens très-graves, si l'on n'y porte pas une grande attention.

46. L'acide acétique est en usage comme un irritant et un stimulant très-actif. On le fait respirer aux individus qui tombent en faiblesse; on en verse ordinairement une petite quantité sur du sulfate de potasse en poudre grossière, placé dans un un flacon bouché : on nomme très-improprement cette préparation *sel de vinaigre.*

On commence à se servir de l'éther acétique. Le citoyen Sedillot jeune dit l'avoir employé avec un grand succès pour les frictions et même à l'intérieur, dans les douleurs et les attaques de rhumatismes.

Aucune des autres combinaisons de l'acide acétique n'est encore ni connue ni employée dans les arts.

ARTICLE VI.

De la fermentation panaire et colorante.

1. J'ai dit, en parlant de la distinction des différentes espèces de fermentation, que la fermentation que je nomme *colorante* tenait le milieu entre la fermentation acide et la putride, et qu'il était nécessaire de l'étudier avec celles-ci; j'y ajoute la fermentation panaire, parce qu'il serait peu utile d'en faire un sujet d'article particulier, et parce qu'elle tient également le milieu entre l'acide et la putride. D'ailleurs, quoiqu'on voie bien

que l'un et l'autre de ces mouvemens spontanés sont réellement placés entre ces deux fermentations, ils sont encore trop peu connus, trop peu étudiés, pour en traiter à part et pour mériter chacun un article isolé.

2. Il ne faut qu'une simple et facile observation sur de la pâte de farine de froment exposée à une température de quinze à dix-huit degrés, après avoir été mêlée d'une certaine proportion de levure ou de pâte déja fermentée, pour s'assurer qu'elle éprouve en effet une véritable fermentation. Cette pâte se soulève, se boursoufle, augmente de volume, se dilate intérieurement, s'écarte dans quelques points, se remplit de cavités ou d'yeux, produit manifeste d'un fluide élastique dégagé. On remarque qu'en même temps elle s'échauffe, elle change de couleur, elle ne conserve point la consistance visqueuse et collante, prend une odeur un peu piquante et une saveur toute différente de l'espèce de fadeur qu'elle avait avant ce mouvement. A ces signes, il est difficile de ne pas reconnaître une véritable fermentation.

3. On a essayé de déterminer en quoi consistait ce mouvement fermentatif de la pâte de froment, et d'expliquer qu'il n'était point une fermentation particulière, mais seulement un ensemble des trois fermentations simultanées bornant réciproquement leurs effets au commencement de chacune d'elles. Dans cette opinion, le corps féculent de la farine tend à s'aigrir, tandis que le corps muqueux sucré s'alcoolise, et le glutineux se pourrit. De ces trois mouvemens coïncidens et s'opposant cependant de mutuelles entraves, naît la fermentation mixte qui donne naissance à la pâte soulevée, et qui forme le pain léger, délicat, sapide, facile à digérer.

4. Mais cette manière de voir n'est pas appuyée de preuves bien solides encore. Il n'y a point assez de matière sucrée et elle n'est point assez libre dans la farine pour produire le plus léger mouvement de fermentation vineuse ; la fécule n'est ni assez dégagée ni assez échauffée pour passer à l'acétification dans les momens rapides pendant lesquels la pâte est à lever. Reste

la matière glutineuse plus abondante, plus délayée, plus soulevée par l'eau qu'elle a absorbée; beaucoup plus disposée que les autres composans de la farine à éprouver un mouvement intestin qui en divise, en écarte et en raréfie la masse; qui la sépare si facilement en feuillets par sa simple disposition; qui la remplit et la creuse de cavités si connues dans le pain bien levé et bien cuit; qui tend promptement à la décomposer complétement, presqu'à la manière des substances animales. Quoiqu'il soit certain qu'elle passe par un état acide lorsqu'on la laisse aller au-delà du simple soulèvement que doit avoir le pain, il ne l'est pas moins qu'elle tend aussi facilement à se pourrir.

5. On peut donc, sans avoir recours à la simultanéité de trois fermentations, en admettre une dans le glutineux de la farine, laquelle fermentation n'est ni une acétification, ni une formation de vin, ni une putréfication, mais bien plutôt un commencement de décomposition putride, qui ne fait que diviser la masse, en diminuer, en annuller même la viscosité, en dégager quelques bulles de fluides élastiques, en modifier la saveur, l'odeur, en un mot en changer d'une manière très-remarquable les propriétés. Sans doute ce n'est pas une fermentation accomplie, car ce serait une putréfaction; ce n'est qu'un premier temps de fermentation que l'art arrête après l'avoir provoquée, après l'avoir amenée au point de communiquer à la pâte l'atténuation, la légéreté dont elle avait besoin pour faire du bon pain : voilà pourquoi on l'a désignée par le nom de *fermentation panaire*; elle est loin d'être terminée : à peine a-t-elle commencé à s'emparer de la pâte, à peine celle-ci a-t-elle commencé à se lever, qu'on se hâte d'en arrêter le cours par la cuisson, à laquelle on soumet la masse pour lui donner la saveur et les belles propriétés panaires.

6. Il en est de même de la fermentation colorante poussée seulement un peu plus loin dans les procédés de l'art que celle à laquelle on livre la pâte panifiable. Ce n'est encore,

comme celle-ci, qu'une véritable décomposition plus ou moins avancée vers la putréfaction, un commencement de résolution qui tend à détruire complétement la matière végétale. Il n'est personne qui n'ait observé que, dans le cours de cette décomposition putride, les substances végétales qui l'éprouvent prennent en général une couleur plus ou moins marquée : c'est ainsi que les fruits se foncent et brunissent, que les champignons noircissent, les mucilages jaunissent et rougissent ; les feuilles plongées dans l'eau semblent se foncer d'abord dans leur vert, et marchent ensuite vers une *bruniture* qui se rapproche du noir. Ainsi les sels végétaux les plus blancs, les tartrites et les acétites montrent, dans leurs dissolutions transparentes, des flocons ou lambeaux fauves, bruns et noirâtres, produits muciformes de leur lente altération, qui finissent par déposer des molécules charbonneuses.

7. Cette notion assez exacte, quoique bien générale, doit être appliquée à ce qui se passe dans la préparation de plusieurs matières colorantes tirées de substances végétales qu'on fait fermenter dans la fermentation du pastel ou voëde et de l'indigo. Ce phénomène est assez exactement prouvé : la brillante coloration en bleu, la formation de la plus belle, de la plus solide, de la plus précieuse couleur que la teinture possède, est le produit d'une véritable fermentation ; et puisque la plante seule plongée dans l'eau éprouve, pour prendre cette nuance, un mouvement intestin dont l'augmentation de volume et de température, la naissance d'une écume et d'un bruit assez considérable, le dégagement d'un fluide élastique mélangé d'acide carbonique et de gaz hidrogène carboné assez abondant, sont des signes indubitables : on ne peut s'empêcher de reconnaître cette fermentation comme la véritable source de la matière colorante formée, puisque celle-ci ne se présente qu'avec les signes bien certains de l'autre.

8. Mais est-il bien vrai, comme l'ont vu et indiqué quelques modernes, que cette coloration soit une fermentation parti-

culière, qu'elle mérite d'être soigneusement distinguée de toutes les autres, et désignée même par un nom spécial, comme je l'ai présentée dans cet article, pour frapper l'attention de ceux qui veulent étudier avec soin la chimie végétale? je ne pense pas que, dans l'état actuel de nos connaissances, on puisse adopter une pareille opinion : sans doute à raison du produit particulier aussi remarquable qu'utile que l'on obtient, on peut, en n'attachant que cette idée à la dénomination, adopter celle de fermentation colorante; mais on ne doit pas vouloir exprimer par là que c'est un mouvement différent de tous ceux que l'on connaît; on ne doit y trouver énoncée que la particularité du produit.

9. Les fermentations panaire et colorante ne sont donc dans leur véritable essence que des commencemens de décomposition spontanée qui se termineraient promptement par la putréfaction et la dissolution complète des matières végétales, si on ne les arrêtait pas à une certaine époque, en soumettant le produit de la première à une cuisson qui en fait du pain, et en enlevant la fécule divisée et bleue de l'autre, du milieu du liquide où elle marchait vers la putréfaction, pour la faire dessécher avec rapidité : dans la première, la pâte est voisine de l'aigreur, quand on la cuit; dans la seconde, il s'est déja formé aux dépens de la plante une quantité considérable d'acide carbonique et d'ammoniaque : si l'une et l'autre de cette production continuaient, une dissolution complète des élémens du végétal en serait la suite; arrêtée à temps, cette décomposition montre une matière déja très-charbonnée, dont le carbone fait le principe excédant, et dont il rend la durée, comme substance colorante, si permanente, et l'altérabilité si difficile.

ARTICLE VII.

De la fermentation putride.

1. La putréfaction est le dernier genre de fermentation que j'ai distingué, et c'est en effet elle qui termine toutes les autres, et qui opère la décomposition complète du végétal. Aucune partie des plantes n'est exempte de ce mouvement, et cependant on peut l'écarter de presque toutes, lorsqu'on les prive d'eau, du contact de l'air et de la chaleur. Quelques chimistes anciens, et en particulier Beccher, avaient établi une sorte de comparaison entre la putréfaction et la combustion ; et cette idée, quoique difficile à bien prouver dans des temps reculés, avait cependant son fondement dans une observation bien faite ; elle a été confirmée de nos jours.

2. Pour que la putréfaction s'établisse dans les végétaux, il est plusieurs conditions nécessaires. Leur tissu doit être relâché par de l'eau ; toutes les matières végétales sèches se conservent sans aucune altération ; toutes celles au contraire qui sont suffisamment humectées se pourrissent. Cela arrive aux bois les plus durs, aux cordes les plus sèches, aux tiges les plus coriaces. Le contact de l'air contribue beaucoup à l'établissement et à l'entretien de ce mouvement : on cite un grand nombre de faits sur des fleurs, des fruits conservés verts et sains dans le vide, dans des lieux très-bien bouchés et à l'abri de tout contact avec l'air ; il n'est pas nécessaire d'une forte température pour entretenir la putrefaction végétale. Dix à quinze degrés lui suffisent ; cependant une plus forte chaleur n'y nuit pas et l'accélère ; il ne faut pas toutefois qu'elle soit assez vive pour opérer un desséchement conservateur. L'exsiccation produite dans un four est le procédé le plus antiseptique que l'on connaisse pour les matières végétales, quelles qu'elles soient. Les masses des végétaux entassés mais non comprimés favorisent singulièrement cette analyse spontanée.

3. Toutes les conditions de la putréfaction étant réunies, cette décomposition s'annonce par un changement de couleur et de consistance dans les parties des plantes; leur tissu se relâche et s'amollit; leurs lames, leurs fibres, s'écartent, se soulèvent; leurs parties molles et liquides se boursouflent, se couvrent d'écume; des fluides élastiques les distendent, les traversent et s'en échappent; leur température s'élève et va quelquefois jusqu'à l'inflammation. Les gaz dégagés et accompagnés d'une odeur d'abord peu désagréable, ensuite de moisi, de chanci, puis fade, fétide, légèrement ammoniacale, sont composés de gaz hidrogène carboné, de gaz acide carbonique et de gaz azote : ces phénomènes diminuent et s'affaiblissent peu à peu, après avoir duré un temps plus ou moins long, suivant la consistance du végétal; il a perdu beaucoup de sa masse en matière évaporée; il n'en reste qu'un résidu plus ou moins abondant, noirâtre et contenant les matériaux les plus fixes qui entraient dans sa composition; savoir, les terres, les acides qui les saturent, et partie du carbone qui la constituait.

4. On reconnaît bien manifestement dans les conditions, dans les phénomènes, comme dans les produits de la fermentation putride des végétaux, l'influence des attractions multipliées qu'exercent les uns sur les autres les matériaux qui entrent dans la composition de leur tissu. L'hidrogène s'unit en particulier à l'oxigène, se volatilise en eau ou se dégage en gaz, en entraînant avec lui une portion du carbone; une troisième partie de ce principe s'unit à l'azote dans les plantes qui en contiennent, et constitue l'ammoniaque; une quatrième et dernière partie reste encore dans le résidu qu'elle colore et rend encore odorant. Le carbone se joint en partie à l'hidrogène dégagé, à l'oxigène qui le brûle et l'emporte en acide, et reste en partie dans le résidu; l'oxigène se sépare avec l'un et l'autre des deux principes précédens auxquels il s'unit pour faire des combinaisons binaires.

5. Parmi les résultats fixes, les résidus que donnent la décomposition putride des végétaux, il faut spécialement distinguer comme objets utiles le chanvre et les plantes textiles rouies, le bois pourri, le fumier et le terreau.

§. I.

Du rouissage du chanvre, du lin, du spart, du genêt, etc.

6. On connaît cet effet qu'exerce sur les fibres collées et et réunies des tiges demi-ligneuses des plantes textiles et spécialement du chanvre, du lin, du spart, du genêt, l'action successive de l'eau et de l'air dans lesquels on tient ces tiges alternativement plongées : on nomme l'opération *rouissage*, et *routoirs* ou *rotoirs* les lieux dans lesquels on la pratique : c'est sur les bords des ruisseaux, des petites rivières, de quelques étangs et au sein même de l'eau qu'on enfonce ces plantes, et qu'on les tient assujetties pendant quelques jours avec des pierres. Le gluten muqueux et extractif qui tenait les fibres adhérentes est dissous et décomposé ; l'écorce se sépare facilement du tissu ligneux intérieur ; les couches corticales et leurs filets s'isolent facilement.

7. L'expérience prouve que l'eau courante est bien préférable à l'eau stagnante, quoique le préjugé persuade le contraire à beaucoup d'habitans des campagnes ; une ébullition dans de l'eau légèrement alcaline peut remplacer le rouissage, qui, comme on le pratique le plus souvent, est accompagné d'une fétidité insupportable et d'une véritable décomposition putride. C'est pour ce dernier fait bien connu que j'énonce le chanvre et en général toute tige végétale rouie, comme une sorte de squelette fibreux débarrassé par une altération putride de tout ce qui l'entourait. On arrête à temps cette décomposition, qui attaquerait le tissu fibreux même, si on le laissait durer

plus long-temps, et qui le rendrait cassant : c'est ce qui arrive dans un rouissage trop prolongé.

8. C'est avec ces fibres flexibles et solides qu'on fabrique ces tissus délicats et légers inconnus aux anciens, avec lesquels les peuples policés forment leur vêtement immédiat sur la peau. Le linge a, comme on sait, une consistance et une durabilité assez considérables. Cependant, en le déchirant et en le broyant après l'avoir laissé macérer et à demi-pourrir dans l'eau, on en forme cette pâte si ingénieusement imaginée, qui se délaie et se suspend dans l'eau chaude, et qui se précipite en une couche légère sur les cribles très-fins qu'on enfonce dans cette eau, de sorte à former par cette précipitation la feuille de papier qu'on laisse sécher, et qu'on recouvre d'une colle végétale ou animale pour pouvoir écrire ensuite dessus sans que l'encre la pénètre.

§. I I.

Du bois pourri.

9. Le bois mort, altéré sur la terre de différentes manières, et connu sous la dénomination de *bois pourri*, est un des plus singuliers résultats de la décomposition putride des végétaux. Les pétioles des feuilles, les pédoncules ligneux des fleurs et des fruits, les branchages minces, les tiges légères des plantes frutescentes ou des herbes desséchées qui ont pris un caractère de bois par l'exsiccation, se détériorent, s'altèrent, se décomposent, lorsque, couchés sur la terre et entassés avec les feuilles sur des mousses, dans des creux où l'eau se rassemble, plus ou moins couverts, ou pénétrés de ce liquide, et en même temps du contact de l'air, on les voit brunir, noircir, se fendiller, perdre leurs couches corticales par petits feuillets ou filamens, et offrir au-dessous un tissu jaunâtre, brunâtre ou blanc molasse, sans consistance, d'une odeur de moisi, et dans un état de décomposition qu'on nomme *pourri*.

10. On voit des morceaux de bois solides, des poutres, des planches entières éprouver en quelques années cet état, lorsqu'elles sont exposées à l'air humide ou dans des lieux bas où l'évaporation de l'eau n'a pas lieu naturellement. C'est ainsi que les bois de barrière dans les forêts et dans les cours peu aérées sur-tout, les bois carrés et les planches employés dans les caves, les parquets et les cloisons pratiqués dans les salles basses, dont l'air ne se renouvelle que peu et reste constamment chargé d'humidité, deviennent moux, se fendillent, exhalent l'odeur de moisi, perdent toute leur solidité, et finissent par se diviser en feuillets et filamens blancs, plians dans les temps humides, ou en poussière dans les temps secs.

11. Quoiqu'on n'ait point encore décrit ni observé peut-être avec assez de soin tous les phénomènes qui ont lieu et qui se succèdent dans cette destruction spontanée du bois, on en a au moins reconnu et énoncé quelques-uns qu'il est nécessaire de consigner ici. On sait, par exemple, que le bois est phosphorique, ou assez fortement lumineux pendant le cours et presqu'à la fin de cette putréfaction lente, pour offrir des spectacles singuliers dans les bois et dans les campagnes. On sait qu'il répand constamment une odeur qu'on retrouve dans la classe des agarics et des bolets, dont la production semble être souvent la suite de cette putréfaction; on sait que les matières muqueuses, extractives, féculentes, huileuses, qui font partie de la composition végétale, se détruisent peu à peu, et s'échappent du corps ligneux pendant cette décomposition, et qu'on ne les retrouve plus, ou au moins qu'on ne les retrouve ensuite que dans un état fort altéré, peu déterminé encore, et qui mérite un nouvel examen.

12. Quand on examine le dernier résidu de ces bois pourris, on remarque qu'outre leur solidité, leur consistance, ils ont encore perdu la plus grande partie de leur matière primitive, de leur poids et de leur propriété ligneuse. Leur combustibilité

est singulièrement diminuée : ils brûlent faiblement et rapidement ; ils n'exhalent que peu de chaleur ; ils laissent peu de charbon ; mais ce charbon est fortement salin, et plusieurs chimistes ont vu que parmi les sels qu'on en retire il se trouve constamment du sulfate de soude plus abondamment qu'on n'a coutume d'en retirer des substances végétales. Ces premiers faits sur la nature des bois pourris prouvent assez combien il peut devenir important pour la physique végétale, qu'on observe et qu'on suive avec soin tout ce qui concerne les altérations spontanées auxquelles ils sont sujets.

§. III.

Du fumier.

13. Quoiqu'il paraisse au premier coup-d'œil qu'il n'y ait rien dans la décomposition lente des tiges herbacées et des chaumes de graminées, qui diffère essentiellement de celle des autres matières végétales solides ; cependant l'espèce de phénomène qu'elles éprouvent alors, et le produit qu'elles fournissent sous le nom de *fumier*, méritent de fixer quelques momens notre attention, en raison de son emploi si important dans la culture. Cependant je n'entends pas ici, avec tous les cultivateurs, par fumier, cet amas varié, ce chaos de matières végétales et animales de beaucoup de natures diverses, ces immondices de tout genre que l'on amoncèle sur les pailles qui ont servi de litière aux animaux, et qui, spécialement imprégnées de leurs excrémens liquides et solides, servent ensuite à fournir un engrais très-nourrissant aux terres ; il en sera traité ailleurs sous ce point de vue.

14. Je ne considère en ce moment que les purs débris des tiges culmeuses ou herbacées de toutes les plantes, qui, après avoir été amoncelées et humectées de manière à ce que l'air les environne et même les traverse, s'échauffent, se colorent, se divisent et exhalent une odeur fétide, une vapeur d'eau

chargée de gaz hidrogène carboné, quelquefois même d'ammoniaque ; qui se ramollissent, se fondent en partie en un liquide brun très-odorant, très-propre à la végétation, déposant du charbon par une lente précipitation ; qui se réduisent pour une autre partie en une matière friable noirâtre, laquelle finit par devenir pulvérulente et par se confondre avec la terre, à laquelle elle est peu à peu rendue en passant par l'état de terreau, qui sera examiné bientôt.

15. Pendant cette décomposition qui rend ces débris végétaux si propres à amender, à enrichir, à engraisser ou à former les terrains dans lesquels on les enferme par le secours de la charrue, les principes qui constituent ces composés végétaux, réagissant les uns sur les autres, s'unissant par les progrès d'une lente fermentation dans un autre ordre que celui qui les avait liés par la végétation, s'échappent en partie en vapeur, se dissolvent en partie dans un liquide épais qu'on nomme *eau de fumier*. Quelques portions de ces débris conservent la forme solide en perdant cependant la plus grande partie de leur tissu et de leur organisation. Tous ces élémens, combinés plus simplement qu'ils ne l'étaient dans les composés dont ils ont fait partie, tendent à rendre peu à peu à l'atmosphère et à la terre ce qu'ils leur ont emprunté pendant leur mouvement vital ; et c'est par l'effet même de cette décomposition que les fumiers servent si utilement d'engrais et de soutien à la végétation, comme on le dira plus bas.

§. IV.

Du terreau.

16. Le dernier terme de la décomposition lente et manifestement putride des tiges herbacées, la fin du fumier que l'on nomme dans cet état *consommé*, est la réduction en terreau. On désigne ainsi le résidu pulvérulent, noirâtre, gras, que

laissent les fumiers après leur décomposition totale, parce qu'il imite alors l'état et la forme d'une terre, et parce qu'il ajoute au globe terrestre des couches qui en recouvrent la surface et augmentent en apparence son étendue et sa profondeur. On peut le considérer, sous quelques points de vue, comme le squelette des tiges herbacées ; mais l'on se tromperait si on le croyait, comme autrefois, formé seulement des matières fixes qui entraient dans la composition de ces tiges.

17. Sous ce dernier rapport, le nom de *terre végétale* qu'on lui a donné ne peut exprimer que son apparence extérieure ou ses propriétés physiques. Il ne faut pas le confondre avec une terre proprement dite, puisque les substances terreuses forment souvent la moindre des matières qui composent le terreau. Les premières analyses qui en ont été faites, il y a plusieurs années, par les citoyens Giobert et Hassenfratz, y ont montré la présence de matières huileuses, de substances extractives, de charbon chargé encore de beaucoup d'hidrogène. Aussi, quand on le soumet à la distillation, le terreau donne des produits liquides et fluides élastiques odorans. Quand on le fait bouillir dans l'eau, il la colore, lui communique de l'odeur et de la saveur ; quand on le chauffe avec le contact de l'air, il s'embrase, et quelquefois même s'enflamme avec assez d'activité. Il faut observer, à la vérité, qu'en lavant avec exactitude le terreau, on y trouve presque toujours des débris encore organisés, des tiges, etc. On a trouvé de plus dans le terreau récent des acétites et des benzoates de potasse, de chaux et d'ammoniaque, du sulfate et du muriate de potasse, et une sorte de substance savonneuse déja indiquée par Bergman.

18. On trouve parmi les matériaux fixes une quantité remarquable de carbone très-divisé, du carbonate de chaux, du phosphate de chaux, de la silice, de l'alumine, de la magnésie, du fer et du manganèse. Quelquefois la silice y est fort abondante ; car on conçoit que, suivant la nature des

plantes d'où il provient, le terreau doit différer dans la proportion et les principes de son résidu fixe. On assure y avoir trouvé constamment de petits cristaux de quartz ou de roche très-réguliers et très-transparens ; et rien ne répugne à cette idée, aujourd'hui qu'on connaît tant d'exemples du passage et de la dissolution de la silice dans les organes des végétaux et des animaux.

19. Une des découvertes les plus récentes sur le terreau et la terre végétale, et qui prouve en même temps, avec le plus de force, la nature combustible et très-composée de ce résidu putride des plantes, c'est celle qui indique dans cette matière une puissance très-forte pour absorber l'oxigène atmosphérique avec beaucoup de promptitude, et de réduire l'air à son gaz azote. Le docteur Ingenhousz qui a fait cette découverte, et M. Humboldt qui l'a confirmée et étendue par des recherches successives, ont également pensé que cette absorption était assez marquée pour que le terreau pût servir de moyen eudiométrique. On verra par la suite que cette propriété bien remarquable est de nature à jeter du jour sur la végétation, les engrais et le sol.

20. Pour peu qu'on réfléchisse à l'enchaînement et à l'économie des phénomènes de la nature, on reconnaîtra que cette formation de terreau, qui est une suite nécessaire du dépérissement successif des végétaux, est le grand et simple moyen qu'elle emploie pour fournir sans cesse l'aliment à de nouvelles végétations ; que tel est en effet le caractère du sol de tous les lieux boisés, que c'est une des sources de sa fécondité inépuisable, qu'elle fait servir continuellement ainsi la même matière primitive au développement et à la vie de tous les germes. On comprendra que l'art a dû profiter de cette grande observation pour imiter la fertilité de la nature, pour accroître les productions que l'industrie humaine sollicite, et pour empêcher la même terre de s'épuiser promptement comme elle le ferait sans ce secours perpétuel.

ARTICLE VIII.

De la décomposition lente et des altérations diverses que les végétaux éprouvent dans le sein de la terre.

1. Les végétaux et leurs parties ont encore des modes de destruction naturelle différens de ceux qui ont été décrits jusqu'ici, et qui ne sont pas de véritables fermentations. Quand ils sont enfouis dans l'intérieur de la terre, ou portés et réunis en masse dans les mers; ce qui leur arrive souvent par des éboulemens, des crevasses, des tremblemens, des encombremens dus à des chutes de roches et des lavanges, à des inondations, des torrens, des courans, etc., ils n'ont plus le contact de l'air, ni le plus souvent cette température nécessaire à la production des mouvemens fermentatifs; ils n'éprouvent rien qui ressemble à la fermentation vineuse, à l'acéteuse, ni même à la putride. Pénétrés par des molécules aqueuses qui ne les quittent jamais, ou qui, en s'y insinuant de temps en temps, y portent avec elles des molécules salines, acides, terreuses, métalliques, etc., ou lavés et agités continuellement par des masses d'eau salée et chargée de plus d'une foule de matières en dissolution, et notamment de produits animaux divers: ils trouvent, dans le cours de leur propre destruction, l'occasion d'éprouver des effets et des modifications nouvelles qui changent leur nature ou qui, en conservant une partie de leur propre composition, lui donnent cependant une tournure, un mode bien différent de ce qu'elle présentait d'abord.

2. En considérant les divers changemens connus, différens de ceux qui sont dus à des fermentations, et dont les végétaux sont susceptibles au sein même et par l'effet de la destruction plus ou moins lente qui les atteint sans qu'on

puisse les attribuer ni les comparer à leur véritable putréfaction, on trouve quatre genres de produits également formés par des altérations souterraines, et qui méritent également d'être étudiés dans les séries d'opérations chimiques que la nature pratique en grand. Pour apprécier leurs rapports mutuels, leurs différences, leur production et leurs utilités, je les décrirai ici successivement sous le titre,

1°. De bois fossiles,
2°. De tourbes,
3°. De bitumes,
4°. De végétaux pétrifiés.

§. Ier.

Du bois fossile.

3. On trouve fréquemment dans l'intérieur de la terre, et spécialement le long des rives de la plupart des fleuves et des rivières, des bois enfouis à 10 ou 15 mètres de profondeur, qui sont encore bien reconnaissables, non seulement par la forme, le tissu, la consistance, mais encore par les grands amas et l'état des troncs ou des branches amoncelés en tas plus ou moins volumineux qu'on y rencontre. Il est rare qu'on creuse sur les bords des eaux courantes, ou au dessous de leur lit, sans découvrir de ces bois en quantité quelquefois si considérable, qu'on ne peut les méconnaître pour des arbres entiers, des portions de forêts même, engloutis par de grandes catastrophes, telles que les hommes en voient quelquefois, ou qu'il en arrive plus encore près de ces grands fleuves des vastes continens non habités, et qui portent, depuis une longue suite de siècles, les produits d'une antique végétation, dont le sol est surchargé et recouvert de toutes parts.

4. Ces bois fossiles sont ordinairement d'une couleur brune ou presque noire, d'une consistance molle et tendre tant qu'ils restent enfouis. Ils durcissent promptement et même très-

fortement quand ils restent pendant quelque temps exposés à l'air, en conservant d'ailleurs une couleur foncée, et en prenant par la dessiccation un tissu beaucoup plus fin, beaucoup plus serré que celui qu'ils avaient originairement. On s'en sert quelquefois avec un grand avantage pour certaines constructions, et particulièrement pour celles qui doivent être soumises au contact plus ou moins long de l'air humide, comme les salles par bas, etc., parce qu'ils ne changent plus par l'humidité atmosphérique. Le bois fossile est encore extrêmement combustible; en brûlant, il répand peu de flamme, mais beaucoup de chaleur; il donne un charbon dense et lourd quand on arrête sa combustion à moitié. L'huile qu'il fournit à la distillation est fétide et presque solide.

5. On reconnaît à toutes ces propriétés une matière ligneuse qui a éprouvé quelques changemens : elle n'est plus complétement de la même nature qu'auparavant. Les couches de bois pénétrées par l'eau ont perdu une portion de la matière muqueuse, extractive, dissoluble, qu'elles contenaient. Elles ont été plus ou moins rapprochées de l'état de pur squelette ligneux; une portion même de substance externe des fibres ligneuses a été décomposée et réduite à la forme et à la couleur de charbon : une partie de leur hidrogène leur a été enlevée. Quand l'eau qui les imprègne et les écarte se dissipe, ces couches se rapprochent et se serrent fortement les unes contre les autres : de là résulte cette dureté, ce tissu serré, ce brillant qu'elles prennent quand on les taille et quand on les polit; de là ce peu de flamme qu'elles exhalent quand on les brûle dans un foyer : on voit enfin que, quoique ligneux encore, le bois fossile marche cependant vers sa destruction, et qu'un plus long séjour dans la terre finirait par le détruire entièrement, en diminuant de plus en plus toutes ses propriétés de matière végétale. Aussi en trouve-t-on quelquefois de friable, qui ne prend plus ni consistance ni sécheresse, qui se divise et se réduit en une espèce de terreau par le frottement.

§. II.

De la tourbe.

6. Ce qui vient d'être expliqué des effets de la terre humide et de l'eau filtrée sur le bois, qui est amené peu à peu par là à son squelette charbonneux, se passe de la même manière sur les plantes enfouies dans la terre. Il y a aussi beaucoup de prairies basses, qui, presque de niveau et quelquefois même au dessous du niveau de certaines petites rivières, se trouvent successivement enfouies sous terre, ou sortent alternativement de dessous les eaux, ou s'en laissent tellement pénétrer, que celles-ci les traversent sans cesse. Ces prairies, nourrissant une masse énorme de plantes serrées les unes contre les autres, qui croissent sans cesse et s'accumulent annuellement et couche par couche, sont chargées dans leur sol, à une profondeur plus ou moins considérable, de detritus de végétaux, ou de tiges herbacées entrelacées en toute sorte de sens, d'une couleur noire et charbonneuse, d'une odeur désagréable ou même fétide, qui annoncent une décomposition végétale assez avancée.

7. Ces detritus, encore solides et combustibles, sont connues sous le nom de *tourbes*, et les lieux d'où on les retire, sont appelés des *tourbières*. Quoiqu'elles soient formées de masses cohérentes qui appartenaient à une masse beaucoup plus grosse, et d'une seule pièce, de dépôt souterrain, on peut cependant, en écartant les brins qui en composent le tissu, reconnaître plusieurs des plantes qui ont contribué à leur formation. On les sépare en tiges alongées, molles, brunes ou noires, quelquefois violettes ou bleuâtres, qui n'ont plus la consistance naturelle des herbes auxquelles elles appartiennent, et qui sont manifestement altérées dans leur tissu comme dans leur nature.

8. Quand on chauffe de la tourbe dans un appareil distillatoire, on en retire de l'eau jaune ou rougeâtre fétide, de l'huile d'une grande fétidité, du carbonate d'ammoniaque, du gaz hidrogène carboné d'une odeur très-désagréable; et il reste un charbon souvent pyrophorique, d'où l'on extrait quelques sels après l'incinération, sur-tout des muriates et des sulfates de soude et de potasse, mêlés de phosphate de chaux, de sulfate calcaire, d'oxides de fer et de manganèse. Tout le monde connaît la manière dont la tourbe brûle dans les foyers et les fourneaux, la mauvaise odeur qu'elle répand, la cendre rougeâtre et ferrugineuse qu'elle laisse. On a essayé avec quelque succès de la priver de ces inconvéniens en la brûlant à demi dans des vaisseaux fermés de manière à la charbonner comme le bois. Ce procédé a certainement son avantage. On doit cependant être prévenu que ce charbon de tourbe est inférieur au charbon de bois ordinaire, qu'il est sujet à s'enflammer par l'action combinée de l'eau et de l'air; qu'ainsi on doit le conserver pour l'usage dans des magasins fermés. J'ai vu à Paris un chantier rempli de ce charbon industrieusement et même habilement travaillé, qui y formait un vaste théâtre découvert à l'air. Après quelques jours d'action de la pluie à laquelle il resta continuellement exposé, il s'exhala une fumée blanche abondante, qui se changea bientôt en une flamme, et consuma absolument le charbon, en menaçant à chaque instant de faire naître un embrâsement bien plus général, par sa communication avec d'autres corps combustibles voisins.

9. La tourbe est donc bien véritablement un résidu de plantes ou herbes à demi-décomposées, à demi-brûlées, réduites à un état presque charbonneux, analogue dans son genre au bois fossile également charbonné. On s'en sert comme d'un combustible lorsqu'on n'en a pas d'autre : elle peut être fort utile pour les usines; sa cendre est employée comme engrais. Par la lessive, souvent on en tire des sels

avantageux aux arts. Il est quelques tourbières qui se trouvent en même temps chargées de sulfure de fer ou pyrite Ce composé si combustible à l'air humide les échauffe lorsqu'elles y sont exposées, les porte même jusqu'à l'inflammation. Quelques-unes, comme celles des environs de Beauvais, peuvent même fournir par la lixiviation du sulfate de fer, qui s'y est formé dans leur exposition à l'air. Il n'est pas douteux que la plupart des tourbes ne pussent servir à donner par la distillation une huile analogue au goudron, comme Beccher l'avait proposé en 1683.

§. III.

Des bitumes.

10. Les bitumes, produits, comme les bois fossiles et la tourbe, de végétaux ou de parties de végétaux enfouis et accumulés dans les eaux et dans la terre, diffèrent de ces deux substances, en ce que ce sont des corps combustibles qui n'ont plus de tissu ni d'apparence organique dans la plus grande partie de leurs masses, qui sont homogènes, cassans, comme vitreux dans leur continuité quand ils sont solides, en ce qu'ils fournissent tous de l'acide ou de l'ammoniaque dans leur distillation, et laissent un charbon divisé sous forme de fibres ou de plaques. D'ailleurs ils sont bien reconnaissables pour avoir appartenu aux végétaux, par leur nature huileuse, par le carbone qu'ils contiennent, et encore parce que leur origine végétale se montre manifestement chez eux, soit par les graines, les feuilles, les tiges dont ils offrent les empreintes, soit par la nature de bois qu'ils présentent souvent à l'une de leurs extrémités.

11. On les confondait autrefois avec le soufre, dont on les faisait porter réciproquement le nom, puisqu'on les nommait un *soufre minéral*, tandis que le soufre était quelquefois nommé lui-même *bitume*, *suc bitumineux*. On les a aussi regardés,

pendant quelque temps, comme des produits minéraux, comme des huiles de la terre; et on n'était pas alors persuadé de leur origine végétale. Il n'est pas plus difficile aujourd'hui de les distinguer de l'*anthracite*, espèce de matière charbonneuse, mêlée d'un tiers de son poids de silice et d'un peu de fer, qui existe dans les montagnes primitives, et qui ne fournit point d'huile; tandis que les bitumes, qui ne se trouvent que dans des terrains secondaires ou tertiaires, contiennent ou donnent plus ou moins d'huile par l'action du feu. Il est évident qu'on ne peut regarder les productions bitumineuses, sinon comme appartenant aux minéraux, au moins comme ayant quelques rapports avec eux, que parce qu'ils sont placés dans la terre parmi les fossiles.

12. On doit distinguer quatre espèces de matières bitumineuses : le *bitume* proprement dit, la *houille*, le *jayet* et le *succin*. Leurs différences spécifiques sont très-bien établies sur les caractères suivans :

Le *bitume* est liquide ou mou; il ne donne point d'ammoniaque à la distillation; il laisse très-peu de résidu charbonneux.

La *houille* fournit beaucoup d'ammoniaque, et laisse beaucoup de résidu charbonneux après la distillation, et terreux après l'incinération.

Le *jayet* reçoit un beau poli; il donne de l'acide liquide à la distillation.

Le *succin* est transparent; il fournit un acide concret par la sublimation. Il faut examiner les propriétés, l'origine, la nature et l'usage de chaque espèce en particulier.

A. *Bitume.*

13. On réserve spécialement aujourd'hui le nom de *bitume* aux matières huileuses fossiles qui ne donnent point d'ammoniaque par l'action du feu, qui n'exhalent point d'odeur

animale fétide quand on les brûle, et qui ne laissent que peu de résidu terreux quand on les a brûlées.

14. Il y a deux variétés principales de bitume, l'une, d'une liquidité plus ou moins grande depuis la légéreté naphteuse jusqu'à une consistance de poix. On nomme cette variété *naphte*, *pétrole*, *pissasphalte* suivant sa liquidité. La seconde est solide ou presque solide : on l'appelle *asphalte*.

Variété première. — *Bitume liquide ; pétrole.*

15. On a désigné par le nom de *pétrole* ou d'*huile de pierre* une substance bitumineuse liquide, qui coule entre les pierres sur les rochers ou dans différens lieux de la surface de la terre. Cette huile diffère par sa légéreté, son odeur, sa consistance et son inflammabilité. Les auteurs en ont distingué un assez grand nombre de sous-variétés. Ils ont donné le nom de *naphte* au pétrole le plus léger, le plus transparent et le plus inflammable ; celui de *pétrole* proprement dit, à un bitume liquide et d'une couleur brune foncée : enfin, celui de *poix minérale*, à un bitume noir, épais, peu liquide, tenace et s'attachant aux doigts. Voici quelles en sont les sous-variétés décrites par Wallerius et par plusieurs autres naturalistes.

Variétés.

1°. Naphte blanc,
2°. Naphte rouge,
3°. Naphte vert ou foncé,
4°. Pétrole mêlé à de la terre,
5°. Pétrole suintant à travers les pierres,
6°. Pétrole nageant sur les eaux,
7°. Poix minérale ou maltha,
8°. Pissasphalte. Il est d'une consistance moyenne entre celle du pétrole ordinaire, et de l'asphalte ou bitume de Judée.

16. Les différens naphtes se trouvent en Italie, aux environs de Modène et au Mont-Ciaro, à douze lieues de Plaisance. Kempfer rapporte dans ses *Amœnitates exoticæ*, qu'on le ramasse en grande quantité dans plusieurs endroits de la Perse: dans l'Inde, un lieu où il est allumé passe pour recéler le Diable que Dieu y a enfermé. Le pétrole coule en Sicile et dans plusieurs autres lieux de l'Italie; en France, au village de Gabian, dans le Languedoc, en Alsace; à Neufchâtel en Suisse, en Écosse, etc. Le pissasphalte et la poix minérale se tiraient autrefois de Babylone, dont ils ont servi à la construction des murailles; de Raguse en Grèce, et de l'étang de Samosate, capitale de la Comagène en Syrie. On les tire aujourd'hui de la principauté de Neufchatel et de Wallengin, du Puits, de la Pège, à une lieue de Clermont-Ferrand, département du Puy-de-Dôme, et de plusieurs autres endroits.

17. Il faut observer à l'égard des différentes sous-variétés indiquées, qu'elles paraissent toutes avoir la même origine, et qu'elles ne diffèrent les unes des autres que par quelque modification particulière. La plupart des naturalistes et des chimistes attribuent la formation des pétroles à la décomposition des bitumes solides par l'action des feux souterrains. Ils observent que le naphte paraît être l'huile la plus légère; que le feu dégage la première, et que celle qui lui succède, acquérant de la couleur et de la consistance, forme les diverses sortes de pétroles; qu'enfin ces derniers, unis à quelques substances terreuses ou altérées par les acides, prennent les caractères de la poix minérale ou du pissasphalte. Pour étayer leur sentiment, ils font une comparaison fort exacte avec les phénomènes que présente la distillation du succin, qui fournit en effet une sorte de naphte, et un pétrole plus ou moins brun suivant le degré de chaleur et le temps de l'opération. Enfin ils observent que la nature présente souvent dans le même lieu toutes les espèces de pétrole depuis le naphte le plus léger jusqu'à la poix minérale. Tels sont les

bitumes fluides que l'on retire du Mont-Festin près de Modène.

18. Au reste, on n'a point encore examiné avec assez de soin les propriétés chimiques du pétrole. On sait seulement que le naphte est très-volatil, et si combustible qu'il s'enflamme par le voisinage de quelque matière en combustion ; il semble même attirer la flamme à cause de sa volatilité. On retire un phlegme acide du pétrole brun, et une huile qui d'abord est semblable au naphte, et qui se colore à mesure que la distillation est plus avancée. Il reste dans la cornue une matière épaisse comme le pissasphalte, qu'on peut rendre sèche et cassante comme l'asphalte, et réduire entièrement à l'état charbonneux par un feu plus vif. Les alcalis n'ont que peu d'action sur le pétrole ; l'acide sulfurique le colore et l'épaissit ; l'acide sulfurique l'enflamme comme les huiles volatiles ; il dissout facilement le soufre ; il se colore par les oxides métalliques, et il s'unit au succin dont il ramollit et dissout une partie à l'aide de la chaleur.

19. Les diverses espèces de pétroles sont employées à différens usages dans les pays où elles sont abondantes. Kempfer nous apprend qu'on s'en sert en Perse pour s'éclairer, et qu'on en brûle dans des lampes à l'aide de mèches. On peut aussi les faire servir au chauffage. Lehman dit que pour cet effet on verse du naphte sur quelques poignées de terre, et qu'on l'allume avec du papier ; il s'enflamme tout-à-coup avec activité, mais il répand une fumée épaisse très-abondante qui s'attache à tous les corps, et dont l'odeur est très-désagréable. On croit aussi que le pétrole entre dans la composition du feu grégeois. On emploie encore le pétrole épais pour faire un mortier très-solide et très-durable. On retire, par la décoction du pissasphalte avec de l'eau, une huile dont on se sert pour goudronner les vaisseaux. Dans l'Inde on adore la flamme produite par un pétrole brûlant, et l'on se sert de la chaleur qu'elle procure, soit pour y cuire les alimens, soit pour y calciner les pierres à chaux.

20. Enfin, quelques médecins se sont servis avec succès du pétrole dans les maladies des muscles, dans la paralysie, la faiblesse, etc., en frottant la peau ou en l'exposant à sa fumée. Van-Helmont regardait les frictions faites avec le pétrole comme un très-bon remède pour les membres gelés, et il les conseillait comme un excellent préservatif contre l'impression du froid.

Variété 2. — *Bitume solide ou asphalte.*

21. L'asphalte ou bitume de Judée, nommé aussi *gomme de funérailles*, *karabé de Sodome*, *poix de montagne*, *baume de momies*, etc., est un bitume noir, pesant, solide, assez brillant. Il se casse facilement et sa cassure est vitreuse. Une lame mince de ce bitume paraît rouge lorsqu'on la place entre l'œil et la lumière. L'asphalte n'a pas d'odeur quand il est froid : lorsqu'on le frotte il en acquiert une légère. Il se trouve sur les eaux du lac Asphaltide ou mer Morte dans la Judée, près duquel étaient les anciennes villes de Sodome et de Gomore. Les habitans, incommodés par l'odeur que répand ce bitume amassé sur les eaux, et encouragés par le profit qu'ils en retirent, le ramassent avec soin. Lémery dit, dans son Dictionnaire des drogues, que l'asphalte se dégage comme une poix liquide de la terre que couvre la mer Morte, et qu'élevé sur ses eaux, il y est condensé par la chaleur du soleil et par l'action du sel que ces eaux contiennent en grande quantité. Il s'en rencontre aussi sur plusieurs lacs de la Chine. Par-tout où il se trouve du pissasphalte, la portion qui s'est séchée à l'air devient une espèce d'asphalte qu'on peut employer aux mêmes usages que celui du lac de Judée. C'est ainsi que l'on se sert de celui qui se trouve près de Neufchatel dans l'Helvétie.

22. Les naturalistes sont partagés sur l'origine de l'asphalte comme sur celle de tous les bitumes. Les uns le croient un

produit minéral, formé par un acide uni à une matière grasse dans l'intérieur de la terre : d'autres le regardent comme une matière résineuse végétale, enfouie et altérée par les acides minéraux. Le sentiment le plus répandu et le plus vraisemblable, c'est qu'il a la même origine que le succin, et qu'il est formé par ce dernier bitume, qui a éprouvé l'action d'un feu souterrain. Cette opinion est fondée sur ce que le succin, fondu et privé d'une partie de son huile et de son sel par l'action du feu, devient noir, sec, cassant, et parfaitement semblable à l'asphalte ; mais elle ne pourra être solidement établie que par une analyse comparée de ce résidu de succin et de l'asphalte; ce dernier bitume n'a point encore été examiné avec l'exactitude nécessaire pour assurer cette analogie.

23. L'asphalte exposé au feu se liquéfie, se boursoufle, et brûle en répandant une flamme et une fumée épaisse, dont l'odeur est forte, âcre et désagréable. On en retire, par la distillation, une huile colorée comme le pétrole brun, et de l'eau acide. Il se mêle intimement par la fusion avec le soufre, le phosphore, plusieurs oxides métalliques, et surtout les huiles fixes et volatiles, les résines, les gommes-résines. Il n'est plus altéré par l'alcool qui ne touche point en général les bitumes. L'éther a une action un peu plus marquée quoique très-faible encore sur ces corps.

24. L'asphalte est employé, comme le goudron, pour enduire les vaisseaux, par les Arabes et les Indiens. Il entre dans la composition des vernis noirs de la Chine, et dans les feux d'artifice qui brûlent sur l'eau. Les Egyptiens s'en servaient pour embaumer les corps; mais il n'était employé à cet usage que par les pauvres, qui ne pouvaient pas se procurer des substances antiseptiques plus précieuses. Wallerius assure que des marchands préparent une espèce d'asphalte avec de la poix épaissie, ou en mêlant et faisant fondre cette dernière avec une certaine quantité de véritable baume

de Judée ; mais on peut reconnaître cette fraude par le moyen de l'alcool, qui dissout entièrement la poix, et qui ne prend qu'une couleur jaune pâle avec l'asphalte.

B. *Houille.*

25. La houille a reçu les noms de *charbon de terre*, *charbon de pierre*, *lithantrax*, en raison de sa propriété combustible et de l'usage qu'on en fait dans plusieurs pays. On la trouve dans l'intérieur de la terre, le plus souvent au-dessous de pierres plus ou moins dures, de grès, et de schistes alumineux et pyriteux. Ces derniers portent constamment l'empreinte de plusieurs végétaux de la famille des fougères, qui, pour la plupart, sont exotiques, suivant l'observation de Bernard de Jussieu. Le bambou et le bananier ont été reconnus dans la houille d'Alais. Elle est placée plus ou moins profondément dans l'intérieur de la terre. Elle est toujours disposée par couches horizontales ou inclinées ; cette dernière disposition est la plus fréquente des deux. Les lits ou couches dont elle est composée diffèrent par l'épaisseur, la consistance, la couleur, la pesanteur, etc. On observe souvent au-dessus de ce bitume des lits plus ou moins étendus de coquilles, des empreintes de poissons, et des madrépores fossiles ; ce qui a fait penser à quelques modernes, et particulièrement au citoyen Parmentier, que le charbon de terre avait été formé dans la mer par le dépôt et l'altération des matières huileuses ou graisseuses des animaux marins. La plupart des naturalistes le regardent comme le produit d'un résidu des bois enfouis et altérés par l'eau et les sels de la mer. On rencontre souvent au-dessus du charbon de terre des plantes et des bois en partie reconnaissables et en partie convertis en bitume charbonné. Il paraît que c'est à la décompostion d'une immense quantité de végétaux marins et terrestres, et à la séparation de leur huile unie à de l'alumine et à de la matière

calcaire qu'est due sa formation. On ne peut pas nier que des matières animales n'entrent aussi dans sa composition.

26. On exploite les carrières de houille comme les mines, en creusant des puits et des galeries, et en détachant ce bitume à l'aide de pics ou espèces de pioches. Les ouvriers qui la retirent sont souvent exposés au danger de perdre la vie par les fluides élastiques qui s'en dégagent. Cette espèce de mofette est nommée *pousse* ou *tousse* par les ouvriers ; elle éteint les lampes, et paraît être du gaz acide carbonique. Il se développe aussi dans ces mines une espèce de gaz hidrogène carboné très-délétère, qui produit quelquefois des explosions dangereuses.

27. La houille est très-abondante dans la nature. On en trouve en Angleterre, en Ecosse, en Irlande, dans le Hainault, le pays de Liége, la Suède, la Bohême, la Saxe, etc. Plusieurs départemens de la France en fournissent beaucoup, et spécialement ceux qui remplacent la Bourgogne, le Lyonnais, le Forez, l'Auvergne, la Normandie, etc. Quoique l'Angleterre surpasse beaucoup la France dans l'art d'exploiter la houille et de la faire servir aux besoins de la société ; quoique les Anglais aient fait de grandes dépenses et de magnifiques travaux pour cette exploitation, tels que le canal souterrain de Bridgweter, qui a près de cinq mille mètres de longueur, la France possède plus de richesses encore dans ce genre que l'Angleterre ; et son industrie, éveillée par le besoin, égalera bientôt celle de ses voisins et de ses rivaux.

28. La houille a été distinguée en *charbon de pierre* ou *charbon de terre*, suivant sa dureté et sa friabilité ; mais la manière dont elle brûle et les phènomènes qu'elle présente dans sa combustion, fournissent des caractères bien plus importans pour en faire reconnaître les différentes variétés. Wallerius en distinguait trois sous ce point de vue : 1°. le *charbon de terre écailleux*, qui reste noir après sa combustion ; 2°. *le charbon de terre* compact et feuilleté, qui, après avoir

été brûlé, donne une matière spongieuse, semblable à des scories ; 3o. *le charbon de terre fibreux* comme le bois, et qui se réduit en cendres par la combustion.

29. La houille chauffée avec le contact de l'air et celui d'un corps en combustion, s'embrase d'autant plus lentement et difficilement qu'elle est plus pesante et plus compacte ; une fois embrasée, elle répand une chaleur vive et durable, et elle est long-temps en ignition avant d'être consumée : on peut même l'éteindre et la faire servir plusieurs fois de suite à de nouvelles combustions. Sa matière inflammable paraît très-dense, et comme fixée par une autre substance non combustible qui en arrête la destruction. Elle exhale en brûlant une odeur forte particulière, mais qui n'est nullement sulfureuse lorsque la houille est bien pure et ne contient pas de pyrites. La combustion de ce bitume paraît être fort analogue à celle des matières organiques, en ce qu'elle est susceptible de s'arrêter et d'être partagée en deux temps. En effet la partie combustible huileuse la plus volatile que contient la houille se dissipe et s'enflamme par la première action du feu ; et si, lorsque tout ce principe est dissipé, on arrête la combustion, le bitume ne retient que la portion la plus fixe et la moins inflammable de son huile réduite dans un véritable état charbonneux, et combinée avec une base terreuse. C'est par un procédé de cette nature que les Anglais préparent leur coaks, qui n'est que de la houille privée de sa partie huileuse et fusible par l'action du feu.

3o. On voit très-bien ce qui se passe dans l'action du feu sur la houille, en chauffant ce bitume dans des vaisseaux fermés et dans un appareil distillatoire. On en obtient une eau ammoniacale, du carbonate d'ammoniaque concret, une huile qui se fonce en couleur, et qui devient plus pesante à mesure que la distillation avance. Il passe en même temps une grande quantité de fluide élastique et inflammable, que l'on regarde comme une huile en vapeur, mais qui est du gaz

hidrogène mêlé de gaz azote, de carbone en dissolution, et de gaz acide carbonique. Il reste dans la cornue une matière scorifiée, charbonneuse, qui est encore susceptible de brûler; c'est le coaks des Anglais. Si l'on observe avec soin l'action du feu sur la houille très-pure, on voit qu'elle éprouve un ramollissement évident, et qu'elle semble passer à une demi-fusion : or on conçoit que cet état pouvant nuire à la fonte des mines, il est essentiel de priver le bitume de cette propriété. On y réussit en lui enlevant le principe de ce ramollissement, c'est-à-dire, l'huile qu'elle contient en grande abondance, et en la réduisant dans un état analogue à celui du charbon fait avec les végétaux. Il faut observer que l'ammoniaque fournie en assez grande quantité par la houille favorise l'opinion de son origine animale; puisque, comme on le verra ailleurs, les corps qui appartiennent à cette classe de composés donnent toujours de l'ammoniaque dans leur distillation. Cette analyse est faite en grand en Ecosse dans des fourneaux particuliers établis par le lord Dondonald; l'huile qu'on y recueille dans des réservoirs refroidis par l'eau d'une rivière qui passe par-dessus, est employée comme goudron; l'ammoniaque sert aux fabriques de muriate ammoniacal, et le résidu est un très-bon coaks. Le citoyen Faujas a transporté cet art utile en France; et les expériences qu'il a faites au Muséum d'histoire naturelle ont très-bien réussi en petit; malgré cela, il n'y a cependant encore aucun établissement de ce procédé en grand. Après la combustion de la houille, sa cendre contient des sulfates de fer, de magnésie, de chaux, d'alumine, ou bien les bases de ces sels, si la combustion a été fort rapide.

31. La houille est un combustible par-tout utile, mais singulièrement dans les pays où il n'y a pas de bois. On l'emploie à tous les usages domestiques, et sans avoir à craindre les dangers que quelques personnes ont attribués à son usage. La vapeur sulfureuse que l'on croit qu'il répand dans sa com-

bustion ne doit pas être redoutée, puisque l'analyse la plus exacte a prouvé à tous les chimistes que lorsque la houille est pure elle ne contient pas un atome de soufre. On voit d'après cela combien est fausse et trompeuse la prétention de quelques hommes peu instruits, qui annoncent des procédés pour désoufrer ce bitume. Une autre considération qui doit engager à tirer tout le parti possible de la houille, surtout en France, c'est que les travaux des mines consommant des quantités énormes de charbon de bois, il est à craindre que le bois ne manque quelque jour. C'est spécialement dans ces sortes de travaux que l'industrie doit chercher à employer la houille, comme le font depuis long-temps les Anglais. Déjà son usage commence à s'établir dans beaucoup d'ateliers, et les fameuses fonderies de fer du Creusot près Mont-Cenis et Autun en offrent un grand et utile exemple.

32. La houille épurée, faussement nommée *désoufrée*, n'est autre chose que celle qui a été privée de son huile par l'action du feu ; cette espèce de charbon brûle sans fumée, sans ramollissement, sans odeur forte : c'est, en un mot, du véritable coaks, et, en raison de ces propriétés, il est préféré pour les cheminées des appartemens.

Un des grands inconvéniens de la houille, outre la fumée très-abondante et très-épaisse qu'elle exhale, et qui noircit tous les meubles, c'est que le courant d'air très-rapide et très-abondant qu'elle exige pour sa combustion, enlève et volatilise une partie de ses cendres, qui s'attachent sur tous les corps environnans ; mais on remédiera en grande partie à ces deux inconvéniens par une construction bien entendue des cheminées, et telle que le courant excité par sa combustion soit tout entier entraîné au-dehors, et qu'il n'y en ait aucune portion refoulée dans les chambres.

La grande utilité que ce combustible aura en France est plus relative encore aux arts et aux manufactures, de toutes les espèces ; on ménagera singulièrement par son usage les bois pour le chauffage et pour la construction.

C. *Jayet.*

33. Le jayet, *gagates* des Latins, succin noir de Pline, *pangitis* de Strabon, est noir, dur, compact, vitreux dans sa cassure, susceptible de prendre un beau poli par le frottement, qui le rend électrique. Il est sans odeur et en prend une légèrement fétide quand on le chauffe. Il se ramollit et se boursoufle sans se fondre complétement; il brûle et répand une odeur forte pendant sa combustion.

34. On ne peut méconnaître son origine quand on le considère dans les lieux où la nature le présente. C'est à tort que les naturalistes ont cru qu'il était dû à de l'asphalte durci par le temps. Il est manifestement le produit d'une lente décomposition du bois enfoui dans la terre. On possède, dans les collections et les cabinets, des morceaux de bois convertis en jayet dans un de leurs points, et encore sensiblement ligneux dans la plus grande partie de leur continuité. A Saint-Jean-de-Cucule près de Montpellier, et à Nismes, on a trouvé beaucoup de troncs d'arbres d'une forme bien reconnaissable et changés en jayet. Le citoyen Chaptal cite une pelle entièrement convertie en jayet. Le jayet de Vachery, dans le ci-devant Gévaudan, offre le tissu sensible du noyer; celui du hêtre se voit dans le jayet de Bosrup en Silésie.

35. On en extrait, par la distillation, un peu d'eau, et de l'huile brune qu'on rectifie en la récohobant sur de l'argile: il en fournit moins que la houille grasse. L'odeur qu'il donne en brûlant et qui distingue ses produits, sans être fétide comme celle de la houille, est plus vive, plus piquante et plus sensiblement bitumineuse, ou plus analogue à celle du succin, dont il va être question.

36. On travaille le jayet pour en faire des bijoux et des ornemens de deuil. On en fabrique des bracelets, des boutons, des colliers, des tabatières, à Wirtemberg, et en France à

Sainte-Colombe près de Castelnaudary. On en exploite aussi une carrière à Belestat dans les Pyrénées.

D. *Succin.*

37. Le succin, nommé *ambre jaune* ou *karabé*, est le plus beau de tous les bitumes par ses caractères extérieurs ; il est en morceaux irréguliers, d'une couleur jaune, quelquefois rougeâtre ou brune, transparens ou opaques, formés par couches ou par écailles : il est susceptible d'un très-beau poli. Lorsqu'on le frotte quelque temps, il devient électrique et capable d'attirer des pailles. Les anciens, qui connaissaient cette propriété, avaient donné au succin le nom d'*electrum*, d'où est venu celui d'*électricité*.

38. Ce bitume est d'une consistance assez dure, et qui approche de celle de certaines pierres ; ce qui a engagé quelques auteurs, et en particulier Hartman, naturaliste qui vivait sur la fin du dix-septième siècle, à le ranger parmi les pierres précieuses. Cependant il est friable et cassant. Les anciens le comptaient aussi au nombre des minéraux précieux, et le rapprochaient des diamans : aussi les poètes de l'antiquité lui ont-ils donné un rang dans la fable. Le succin était, suivant les uns, les larmes des sœurs de Méléagre changées en oiseaux et pleurant leur frère ; suivant les autres, il était formé des larmes des sœurs de Phaéton tombées dans les flots de l'Éridan, et converties en ambre jaune.

39. Lorsqu'on pulvérise le succin, il répand une odeur assez agréable. On rencontre souvent dans son intérieur des insectes très-bien conservés et très-reconnaissables ; ce qui prouve qu'il a été liquide, et que dans cet état il a enveloppé les corps qu'on y trouve. Le succin est le plus souvent enfoui à une plus ou moins grande profondeur. Il se trouve, sous des sables colorés, en petites masses incohérentes et dispersées sur des lits de terre pyriteuse ; on rencontre au-dessus

de lui des bois chargés de matière bitumineuse noirâtre : on croit d'après cela qu'il est formé par une substance résineuse qui a été altérée par l'acide sulfurique des pyrites ; il nage encore sur les bords de la mer : on le ramasse sur ceux de la mer Baltique dans la Prusse ducale. Les montagnes de Provence, près la ville de Sisteron, la Marche-d'Ancone, et le duché de Spolette en Italie, la Sicile, la Pologne, la Suède et plusieurs autres pays en fournissent aussi.

40. La couleur, la texture, la transparence ou l'opacité de ce bitume en ont fait reconnaître un assez grand nombre de variétés ; on peut, d'après Wallerius, les réduire aux suivantes :

1. Succin transparent blanc.
2. Succin transparent, d'un jaune pâle.
3. Succin transparent, d'un jaune de citron.
4. Succin transparent, d'un jaune d'or ; *chryselectrum* des anciens
5. Succin transparent, d'un rouge foncé.
6. Succin opaque blanc ; *leucelectum*.
7. Succin opaque jaune.
8. Succin opaque brun.
9. Succin coloré en vert, en bleu, par des matières étrangères.
10. Succin veiné.

Il n'est pas invraisemblable qu'il existe du succin sous forme cristalline, et peut-être le trouvera-t-on, comme le soufre, cristallisé en octaèdres.

41. On pourrait encore en distinguer un plus grand nombre de variétés, d'après les accidens qu'il offre souvent dans son intérieur ; mais on doit être prévenu, relativement au prix que que l'on attache aux échantillons du succin, remarquables par leur grosseur, leur transparence, et les insectes bien conservés qu'ils offrent dans leur intérieur, qu'il est possible d'être trompé sur cet article, puisque plusieurs personnes possèdent

l'art de lui donner de la transparence, de le colorer à volonté, et de le ramollir assez pour pouvoir y introduire des corps étrangers. Wallerius avertit que le succin couleur d'or ne doit jamais sa transparence qu'à la nature, et que celui que l'art a rendu transparent est toujours d'une couleur pâle.

42. Quoiqu'il soit très-vraisemblable que ce bitume doit sa naissance à des matières résineuses végétales, plusieurs naturalistes ont eu des opinions différentes sur sa formation. Quelques-uns l'ont regardé comme de l'urine durcie de certains mammifères, d'autres comme un suc de la terre que la mer a détaché, et qui porté par les eaux sur le rivage, s'y est desséché et durci par les rayons du soleil. Cette classe de naturalistes le désigne comme un suc minéral particulier. Telle était l'opinion d'un ancien naturaliste nommé Philémon et cité par Pline. George Agricola l'a ensuite fait revivre. Fréd. Hoffman croyait que le succin était formé d'une huile légère, séparée du bois bitumineux par la chaleur, et épaissie par l'acide des vitriols. On ne peut admettre cette opinion d'Hoffman, car on ne conçoit pas comment une huile séparée dans les entrailles de la terre pourrait contenir des animaux qui ne vivent qu'à sa surface. On a cru jusqu'ici que le succin était dû à un suc résineux qui a coulé d'abord fluide de quelque arbre; que ce suc, enfoui plus ou moins profondément dans la terre par les bouleversemens que le globe a éprouvés, s'était durci et imprégné des vapeurs minérales et salines circulant dans son intérieur. Il n'y a pas même d'apparence qu'il ait été altéré par des acides concentrés; car l'expérience nous apprend que l'action de ces acides l'aurait noirci et mis dans un état charbonneux. Pline pensait que le succin n'était autre chose que la résine du pin durcie par la fraîcheur de l'automne. M. Girtanner croit que c'est une huile végétale rendue concrète par l'acide des fourmis. C'est l'espèce appelée *formica rufa* par Linneus, qui le prépare suivant cet auteur. Ces insectes habitent les anciennes forêts de

sapins, où l'on trouve le succin fossile, qui est ductile comme de la cire fondue, et qui se sèche à l'air.

43. Le succin exposé au feu ne se liquéfie qu'à une chaleur assez forte; il se ramollit et se boursoufle beaucoup sans couler en gouttes : ce qui le distingue des résines, qui se fondent entièrement. Lorsqu'on le chauffe avec le contact de l'air, il s'enflamme et repand une fumée très-épaisse et très-odorante. Sa flamme est jaunâtre, variée de vert et de bleu. Il laisse, après sa combustion, un charbon noir, luisant, qui donne, par l'incinération, une terre brune en très-petite quantité. Bourdelin, dans son Mémoire sur le succin (Acad. 1742), n'a obtenu que près d'un gramme de cette terre en brûlant un kilogramme de succin dans un têt. Deux hectogrammes et demi du même bitume, brûlés et calcinés dans un creuset, lui ont fourni, dans une seconde opération deux tiers de gramme de résidu terreux, d'où il a retiré du fer à l'aide du barreau aimanté.

44. Si l'on distille le succin dans une cornue, et par un feu gradué, on obtient d'abord un phlegme qui se colore en rouge, et qui est manifestement acide; cette liqueur acide retient l'odeur forte du succin. Il passe ensuite un sel volatil acide qui se cristallise en petites aiguilles blanches ou jaunâtres dans le col de la cornue; à ce sel succède une huile blanche et légère, d'une odeur très-vive. Cette huile prend peu à peu de la couleur à mesure que le feu devient plus fort, et elle finit par être brune, noirâtre, épaisse, visqueuse, comme les huiles empyreumatiques. Il se sublime, pendant que ces deux huiles passent, une certaine quantité d'acide volatil de plus en plus coloré. Il reste dans la cornue, après cette opération, une masse noire, moulée sur le fond de ce vaisseau, cassante et semblable au bitume de Judée : George Agricola avait déja fait cette observation, il y a près de trois siècles, sur le résidu du succin distillé. Si l'on conduit l'opération par un feu doux et bien ménagé, et si l'on opère sur une grande

quantité de succin, on peut obtenir séparément tous ces produits en changeant de récipient. Ordinairement on les reçoit dans le même, et on les rectifie ensuite à une chaleur douce. L'acide se décolore en partie par cette rectification. L'huile, qui ne devient noire sur la fin de l'opération que parce qu'elle entraîne une portion charbonneuse, et parce que l'acide a réagi sur ses principes, peut être rendue très-blanche et très-légère par plusieurs distillations successives. Rouelle l'aîné a donné un très-bon procédé pour l'obtenir dans cet état par une première opération. Il faut pour cela mettre cette huile avec de l'eau dans un alambic de verre, et la distiller à la chaleur de l'eau bouillante ; la portion la plus pure, la seule qui soit volatile à ce degré de chaleur, à cause de sa légéreté, passe avec l'eau, au-dessus de laquelle elle se rassemble. Si on veut la conserver dans cet état, il faut la renfermer dans des vaisseaux de grès ; car dans les vaisseaux de verre les rayons lumineux qui traversent cette matière lui donnent, au bout d'un certain temps, une couleur jaune et même brune.

Cette analyse démontre que le succin est formé d'une grande quantité d'huile combinée avec un acide. Il contient encore une très-petite quantité de terre, dont on n'a point examiné la nature, et quelques atomes de fer.

L'huile de succin paraît se rapprocher des huiles volatiles ; elle a leur volatilité, leur odeur ; elle est très-inflammable ; elle paraît susceptible de former des savons avec les alcalis.

45. L'acide succinique, qu'on a d'abord nommé *sel volatil* de succin, a été regardé pendant quelque temps comme un sel alcali. Glaser, Lefevre, Charas, et Jean-Maurice Hoffman professeur à Altdorf, étaient de ce sentiment. Barchusen et Boulduc le père sont les deux premiers chimistes qui, vers la fin du dix-septième siècle, ont reconnu la nature acide de ce sel. Depuis eux, tous les chimistes ont adopté cette découverte ; mais ils n'ont point été d'accord entre eux sur la nature de cet acide. Fréderic Hoffman, fondé sur ce que le succin se

trouvait en Prusse sous des couches de matières remplies de pyrites, a imaginé que son sel était formé d'acide sulfurique. Neuman paraît avoir eu le même sentiment. Bourdelin, dans le mémoire cité plus haut, rapporte plusieurs expériences qu'il a faites pour déterminer la nature de cet acide. Il observe d'abord que l'acide du succin obtenu par la distillation de ce bitume, quelque blanc et quelque pur qu'il soit, contient toujours une matière huileuse : c'est sans doute à cette substance huileuse que sont dues son odeur, et l'espèce de combustibilité dont il jouit, et qu'il présente lorsqu'on le jette sur des charbons ardens. Il a tenté plusieurs moyens pour le débarrasser de cette substance ; l'alcool n'a pas pu remplir ses vues : l'alcali fixe seul, digéré sur le succin dans le dessein de lui enlever sa partie grasse et huileuse et d'obtenir son sel séparé, n'a pas eu plus de succès ; il a seulement dissous un peu de bitume, et il a pris une saveur lixivielle et salée comme le muriate de soude. Enfin Bourdelin n'a pas trouvé de meilleur procédé pour unir l'acide du succin pur et privé de matières huileuses avec l'alcali fixe, que de faire détoner un mélange de deux parties de nitre avec une partie de ce bitume. Il a lessivé le résidu de cette détonation avec de l'eau distillée. Cette lessive était ambrée ; elle a précipité la dissolution nitrique d'argent en caillé blanc, celle du mercure avec la même couleur. Plusieurs autres dissolutions métalliques ont été également décomposées ; mais Bourdelin n'a regardé que les deux premières comme concluantes. Elles lui ont paru indiquer que l'acide du succin était le même que celui du sel marin, puisqu'il présentait les mêmes phénomènes que ce dernier avec les dissolutions nitriques de mercure et d'argent. La lessive du résidu de la détonation du succin avec le nitre, ayant été évaporée à l'air, a donné une matière mucilagineuse, au milieu de laquelle se sont peu à peu déposés des cristaux carrés alongés, dont la forme, la saveur salée, la décrépitation sur les charbons ardens, et sur-tout l'effervescence considérable et

l'odeur acide muriatique qu'ils exhalèrent par l'affusion de l'acide sulfurique concentré, indiquèrent à l'auteur que cet acide muriatique y était uni à la base du nitre.

46. Malgré cette analyse, qui est fort exacte pour le temps où Bourdelin travaillait, les chimistes qui ont examiné depuis lui l'acide du succin, ne l'ont point trouvé analogue à l'acide muriatique, et y ont découvert tous les caractères d'un acide végétal huileux. Bergman, qui paraît avoir adopté cette opinion, donne les détails suivans sur les propriétés et les affinités électives de ce corps.

L'acide succinique, retiré par la sublimation, et purifié par des dissolutions et des cristallisations successives, forme, avec la potasse et l'ammoniaque des sels neutres cristallisables et déliquescens.

Avec la soude, il donne un sel qui n'attire point l'humidité de l'air.

Uni à la chaux et à la barite, il constitue des sels peu solubles ; la magnésie forme avec lui une matière épaisse comme une gomme.

Il dissout les oxides métalliques ; et les succinates produits par ces dissolutions sont la plupart cristallisables et permanens.

La barite, la chaux et la magnésie enlèvent, suivant lui, l'acide succinique aux alcalis. La barite décompose les succinates de chaux et de magnésie, et l'eau de chaux précipite la magnésie unie à cet acide.

47. On n'a pas suivi plus loin l'examen des propriétés chimiques de ce bitume. On ne connaît même pas la manière dont les acides sont susceptibles d'agir sur lui. Frédéric Hoffman assure qu'on peut le dissoudre en entier dans la lessive d'alcali caustique et dans l'acide sulfurique. On sait encore que l'huile volatile de succin peut s'unir avec l'ammoniaque caustique, et former par le simple mélange et l'agitation une sorte de savon liquide, d'un blanc laiteux, d'une odeur très-pénétrante, qu'on connaît en pharmacie sous le nom d'*eau-*

de-luce ; enfin que cette même huile dissout le soufre à l'aide de la chaleur d'un bain de sable, et constitue un médicament appelé baume de soufre succiné.

48. Le succin est d'usage en médecine, comme antispasmodique ; on l'a recommandé dans les affections hystériques, la suppression des règles, la gonorrhée, les fleurs blanches, etc. On l'emploie en nature après l'avoir lavé avec de l'eau chaude, et réduit en poudre fine sur le porphyre. On s'en sert sur-tout pour des fumigations fortifiantes et résolutives, en jettant ce bitume en poudre sur une brique bien chaude, et en dirigeant sur la partie qu'on se propose de soumettre à son action la fumée qu'il exhale.

L'acide liquide et l'acide concret du succin sont regardés comme béchiques, incisifs, cordiaux et antiseptiques ; on les administre aussi comme de puissans diurétiques.

L'huile de succin est employée extérieurement et intérieurement aux mêmes usages que le succin lui-même ; on la prescrit à des doses moins fortes, à cause de son activité plus grande.

Le baume de soufre succiné, que l'on donne à la dose de quelques gouttes dans des boissons appropriées, ou mêlé avec d'autres substances pour en former des pillules, a du succès dans les affections humorales et pituiteuses de la poitrine, des reins, etc.

On fait avec l'acide liquide du succin et l'opium un sirop appelé sirop de karabé, que l'on emploie avec avantage comme calmant, anodin et antispasmodique.

L'*eau-de-luce*, que l'on prépare en versant quelques gouttes d'huile de succin dans un flacon plein d'ammoniaque caustique, et en agitant ce mélange jusqu'à ce qu'il ait pris une couleur blanche laiteuse, est depuis long-temps en usage comme un irritant très-actif dans les asphixies ; on l'approche des narines, dont elle stimule les nerfs ; et c'est par les secousses qu'elle excite, qu'elle ranime le mouvement des fluides et fait revenir les malades.

49. Les plus beaux morceaux de succin sont taillés et tournés pour en faire des vases, des pommes de canne, des colliers, des bracelets, des tabatières, etc. Ces sortes de bijous ne sont plus recherchés chez nous depuis que les diamans et les pierreries sont connus ; mais on les envoie en Perse, en Chine, et chez plusieurs nations, qui les estiment encore comme de grandes raretés. Wallerius dit qu'on peut employer les morceaux les plus transparens pour faire des microscopes, des verres ardens, des prismes, etc. On assure que le roi de Prusse avait un miroir ardent de succin d'un pied de diamètre, et qu'il y a dans le cabinet du duc de Florence une colonne de succin de dix pieds de hauteur et un lustre très-beau. On peut réunir deux morceaux de ce bitume en les induisant de dissolution de potasse, et en les rapprochant après les avoir chauffés.

§. IV.

Du bois pétrifié.

50. La dernière altération qui doit être considérée dans les végétaux enfouis est relative à ce qu'on nomme le bois pétrifié, ou les matières végétales pétrifiées en général. Un seul mot suffira pour faire bien concevoir ce prétendu genre d'altération. C'est une grande erreur que de croire à la conversion d'une matière végétale en silex, comme le nom de bois pétrifié semble l'annoncer. On ne peut cependant pas douter qu'il n'existe des matières silicifiées fossiles qui offrent la forme, le tissu, non seulement d'un bois en général, mais même de tel bois en particulier. A la vérité, ce n'est pas d'après l'apparence de simples fibres, comme on le fait si souvent, qu'on peut reconnaître un bois pétrifié. La plus grande partie des échantillons qu'on trouve sous ce nom dans les collections d'histoire naturelle, ne sont rien moins que de véritables substances ligneuses, mais seulement des espèces de jaspes

qui affectent des lignes ou des raies fibriformes. Pour qu'un fossile soit bien véritablement rangé dans le genre du bois pétrifié, il faut que les fibres ligneuses ou plutôt ce qui en tient la place, soient disposées en couches concentriques et annuelles, qu'on aperçoive de plus entre elles les prolongemens médullaires partant du centre et se répandant à la circonférence.

51. Dans le cas où cette dernière structure, la seule irrécusable, existe, elle annonce un bois pétrifié, puisqu'il est bien reconnu en même temps qu'il ne faut pas entendre par là l'ancienne substance ligneuse, convertie toute entière avec sa forme son tissu et ses dimensions en matière silicée : il est nécessaire de concevoir autrement la formation de ce fossile, revêtu d'apparence organique. Le bois, l'arbre, les feuilles, le fruit, ou toute autre substance végétale nommée improprement pétrifiée, s'est détruit peu à peu et presque molécule à molécule dans l'intérieur d'une terre humide, où il a laissé un moule creux rempli à mesure par de la terre silicée que l'eau y a rapportée. Ainsi ce n'est vraiment pas un bois pétrifié, mais seulement un bois remplacé par une matière silicée, mélangée d'ailleurs d'autres terres et d'oxides métalliques. Cette espèce de silicification est donc la preuve de la destruction complète de la matière végétale, et de la disparition de tout ce qui en formait les élémens. Il n'y a plus rien au-delà dans les altérations dont les végétaux sont susceptibles.

SIXIÈME ORDRE DE FAITS

SUR LES COMPOSÉS VÉGÉTAUX.

Des phénomènes chimiques que présentent les végétaux vivans, ou de la physiologie végétale expliquée par les forces chimiques.

ARTICLE PREMIER.

Des végétaux considérés comme des espèces d'instrumens ou d'appareils chimiques.

1. En commençant cette section, j'ai déja annoncé que les végétaux pouvaient être considérés comme des êtres destinés par la nature à commencer l'organisation de la matière brute, à combiner trois à trois les substances simples, à former des composés dont on ne trouve aucun analogue dans les fossiles proprement dits, à disposer ces matériaux primitifs du globe et de l'atmosphère à devenir la source de la vie, et à établir conséquemment une communication, un passage non interrompu entre les minéraux et les animaux : de sorte que la vie des êtres animés ne pourrait pas être entretenue sans le travail de la végétation.

2. Il résulte de ce phénomène, bien avéré aujourd'hui, que les plantes sont véritablement des appareils ou instrumens chimiques dont la nature se sert pour opérer des combinai-

sons qui n'auraient point lieu sans ces instrumens, et qui ne pourraient pas exister sans l'organisation végétale; mais la nature, aussi admirable dans la simplicité de ses moyens que dans la constance et la régularité de ses opérations, trouve dans un seul mécanisme, et l'organisation végétale elle-même, et l'appropriation de la matière brute nécessaire à l'entretien de la vie des animaux, ou plutôt l'un de ces mouvemens est la suite nécessaire de l'autre : ils s'accompagnent nécessairement, et sont absolument dépendans l'un de l'autre.

3. Ainsi l'analyse végétale ne doit pas seulement consister dans l'examen chimique des substances extraites des plantes et déja privées de la vie; elle doit s'appliquer encore à considérer les propriétés de ces substances toutes contenues dans les végétaux et participant à leur mouvement vital; elle doit rechercher comment se forment les changemens divers qu'elles y éprouvent, les élaborations successives qu'elles y subissent, et les usages auxquels chacune d'elles est consacrée dans la vie végétale. C'est l'ensemble de ces faits que je nomme phénomènes chimiques des végétaux vivans, et que je place à la suite des cinq ordres de faits précédemment examinés, parce que la connaissance de ceux-ci est très-propre à conduire à la connaissance des autres.

4. Avant la chimie pneumatique, la science ne possédait aucun moyen, ni d'étudier, ni de concevoir cette belle partie de la physique. Les premières expériences qu'on avait faites depuis Hales jusqu'à Duhamel et Bonnet, semblaient appartenir à un autre genre de connaissances que celles que pouvait fournir la chimie; et celle-ci, trop modeste encore, et trop resserrée dans sa marche, ne s'était occupée que de l'art d'extraire, d'isoler, de purifier, de conserver les différens matériaux des plantes, sur-tout de les approprier à l'usage médicinal. Ce n'est que par la découverte des fluides élastiques que s'est opérée une liaison plus intime entre les vues de la chimie et celles de la physique végétale, qu'on a commencé à sentir qu'il serait

dorénavant impossible d'étudier et de concevoir le mécanisme de la végétation, sans lier aux anciennes expériences, aux recherches faites jusque-là, les données et les moyens de la chimie.

5. On a donc commencé dès-lors à se servir des appareils chimiques et pneumatochimiques pour étudier les phénomènes de la végétation, pour déterminer ce que les plantes puisaient dans la terre, dans l'eau et dans l'air, ce qu'elles empruntaient de la lumière et du calorique, comment les matières qu'elles absorbaient les nourrissaient et comment elles devenaient des composés végétaux, en un mot en quoi consistait véritablement la vie végétale. Ce premier travail a offert aux physiciens une carrière nouvelle, immense, dans laquelle ils n'ont fait encore que quelques pas; elle est hérissée de difficultés beaucoup plus grandes encore que l'analyse des matières végétales mortes. C'est un exposé rapide de ces premiers pas et des découvertes auxquelles ils ont conduit, que je range dans ce dernier ordre de faits.

ARTICLE II.

De la nutrition végétale en général.

1. En réfléchissant sur le but que la chimie doit se proposer de remplir pour expliquer le mécanisme encore mystérieux de la végétation, on voit que le premier et le plus important problème qu'elle doit résoudre, consiste à déterminer comment la matière brute ou inorganique, les corps fossiles ou aériformes, reçus dans les vaisseaux des plantes, y prennent la nature des composés végétaux; comment, avec des substances simples ou des composés binaires, les végétaux forment les matières qui les alongent, les développent, les

agrandissent, les nourrissent, augmentent leurs masses, et donnent ainsi naissance à tous les phénomènes successifs que leur vie présente.

2. Pour trouver la solution de ce problême, il faut d'abord observer que, dans la plupart des circonstances de la végétation, les matières qui servent de nourriture primitive aux plantes semblent se réduire à presque rien, lorsqu'on oppose leur ténuité à la solidité des végétaux. On sait qu'une foule de végétaux croissent sur des pierres dures et solides qui ne peuvent rien leur communiquer; que telle est la première végétation qui s'établit pour les lichens et les mousses sur les quartz et les granits, et qu'il semble qu'à la rigueur la matière nourricière des plantes puisse leur être apportée uniquement par l'air, puisqu'on ne peut pas supposer que la silice condensée dans les pierres suffise à cet usage.

3. On peut faire la même réflexion sur les végétaux et même sur les arbres, quelquefois d'une grande étendue, qui poussent dans du sable pur, qui croissent et jettent même de profondes racines dans des grès compacts, dans des fentes de laves d'une excessive dureté. On ne doit pas être étonné, d'après cela, de voir les pierres des édifices couvertes de végétations, dont la petitesse et la surface multipliée annoncent que le contact de l'air suffit seul à leur existence.

4. Mais si l'on peut conclure de cette observation générale et constante que l'aliment solide ou pulvérulent n'est pas absolument nécessaire aux végétaux, il n'en est pas de même de la lumière, du calorique, de l'air et de l'eau. Trop de faits se rassemblent ici pour n'être pas convaincu que ces corps si abondans autour du globe, à sa surface, ou dans ses cavités, que la nature a placés de toutes parts, sont indispensables à leur existence; et qu'au défaut d'une nourriture plus substantielle, si souvent refusée par le sol, les plantes puisent dans ces foyers immenses de matière et de vie la substance propre à leur entretien. Il faut donc examiner en

particulier l'influence de chacun de ces corps primitifs sur la végétation.

ARTICLE III.

De l'influence de la lumière sur la végétation.

1. C'est un fait connu depuis très-long-temps que la lumière du soleil a une influence bien prononcée sur la végétation. Les plantes semblent la chercher et se pencher du côté d'où elle vient. On l'observe sur les cheminées où l'on élève des plantes à oignon ; elles se courbent du côté des fenêtres. On le remarque dans les forêts où les arbres sont très-serrés les uns contre les autres : ils s'élèvent alors, et vont chercher par leur situation verticale la lumière au-dessus les uns des autres, suivant leur vigueur. Les planter même à peu de distance, c'est favoriser leur ascension.

2. L'espèce de sensibilité des végétaux pour la lumière est telle qu'on voit les plantes enfermées sous des cages de bois qui n'ont que quelques fissures, et où l'air circule par-dessous, se porter vers les fentes, s'incliner pour rechercher les rayons lumineux. Les herbes semées dans des souterrains s'élancent vers les soupiraux, et se prolongent dans la continuité des canaux qui admettent une portion de lumière.

3. Toute végétation qui s'opère à l'ombre est accompagnée de phénomènes qui prouvent bien l'influence de la lumière. Depuis les faibles herbes qui croissent sous les pierres, entre des touffes ombragées de mousses, dans les souterrains des mines, jusqu'à celles qu'on élève exprès dans des caveaux, ces végétaux montrent par-tout un tissu lâche, mou et aqueux, des tiges ou des jets herbacés, élancés, sans vigueur, sans saveur, sans couleur. Leurs fibres, abreuvées de liquide et

comme œdémateuses, ne prennent jamais le caractère ligneux. Leur goût est toujours fade et aqueux ; jamais elles ne deviennent aromatiques ou parfumées. On nomme, en général, ces plantes *étiolées*. Le même phénomène a lieu dans les feuilles qui s'enveloppent et se recouvrent, soit en s'engaînant, soit en se plissant les unes sur les autres, comme dans les laitues, les chicorées, les cardons, qu'on entretient serrés par des liens dans l'art du jardinage, dans les choux pommés, etc. Les feuilles extérieures sont très-vertes, et celles du dedans blanches et *étiolées*.

4. Au contraire, les lieux où la lumière tombe plus directement, les climats situés sous l'équateur ou voisins de la ligne équinoxiale, sont chargés de végétaux durs, ligneux, colorés, aromatiques : c'est la patrie des bois durs, des feuilles très-foncées et souvent solides, des huiles volatiles, des résines, du principe camphré, des aromates, des plantes très-sapides et très-médicinales, et même des poisons végétaux les plus terribles. Cet effet est très-marqué encore dans les climats tempérés, par rapport aux mêmes plantes comparées dans leur croissance libre au sein de l'air, dans les champs où elles reçoivent de toutes parts la lumière du jour, et dans leur éducation artificielle, à l'ombre des souterrains, comme on l'a pratiqué sur diverses variétés de chicorées et d'endives qu'on cultive pour les salades d'hiver.

5. Cette influence de la lumière se marque même par l'effet des lampes, d'après les expériences intéressantes du citoyen Tessier à Paris, et de M. Humboldt à Berlin. Ce dernier, il est vrai, a prouvé de plus que le contact de quelques autres fluides élastiques pourrait remplacer en quelque sorte la lumière et produire un effet analogue, comme je le ferai voir plus bas ; mais il n'en est pas moins vrai que la lumière artificielle des lampes produit une action analogue à celle de la lumière naturelle, et qu'en les multipliant on ne puisse faire naître dans la végétation des phénomènes plus ou moins

rapprochés de ceux qu'on observe de la part des rayons du soleil.

6. Les causes de cet effet de la lumière sur la végétation ne sont point encore positivement découvertes, ou au moins établies de manière à ce qu'il ne reste aucun doute aux physiciens. Les uns pensent que c'est par une véritable combinaison avec la matière végétale qu'elle en change la nature, et qu'elle en opère sur-tout la combinaison : d'autres assurent que son contact ne fait que favoriser la décomposition de l'eau et de l'acide carbonique, la fixation de l'hidrogène de l'une et du carbone de l'autre, dans les composés végétaux, et le dégagement de leur oxigène en torrent gazeux. On verra bientôt, dans les articles suivans, d'après quels faits je trouve cette seconde opinion plus vraisemblable que la première. Il faut toujours remarquer que l'effet de la lumière sur les végétaux, à quelque cause qu'il soit dû, est de les échauffer, d'augmenter leur force de succion, de s'opposer à la décomposition septique, de les colorer, d'y faire naître des corps huileux, aromatiques, âcres, d'y favoriser le dégagement du gaz oxigène, et de rendre en général la végétation très-active.

ARTICLE IV.

De l'influence de l'air sur la végétation.

1. On ne doute pas plus de la grande influence de l'air que de celle de la lumière sur la végétation; ou plutôt ceux même des physiciens qui ne reconnaissent pas comme aussi forte que je l'ai dit l'influence de cette dernière, reconnaissent au moins la grande nécessité de l'air dans cette opération de la nature : et en effet, tous les phénomènes que présentent

les plantes se réunissent pour prouver l'utilité et même la nécessité de l'air à la végétation. On sait avec quelle vigueur poussent les plantes qui y sont bien exposées, et la langueur qu'éprouvent les végétaux qui en sont privés.

2. C'est un fait bien constant et bien certain qu'il n'y a pas une plante qui, renfermée sous un récipient où l'air n'est pas renouvelé, quand d'ailleurs toutes les autres circonstances lui seraient entièrement favorables, périt avec plus ou moins de promptitude, suivant la masse de ce fluide qu'on lui accorde : tandis que si, au moment où elle commence à languir, on la sort de cette prison, et on la plonge dans l'air libre, ou bien si on y en fait passer de nouveau, sur-tout du gaz oxigène, elle reprend bientôt sa première vigueur et sa première force. On voit ce phénomène bien plus en grand lorsqu'on compare l'état chétif et le peu d'accroissement que la même plante présente dans un jardin étroit et resserré, avec la grandeur qu'elle acquiert dans un champ vaste, la faiblesse des moissons dans le voisinage des arbres avec l'abondance qu'elles offrent en rase campagne, la différence de beaucoup de végétaux croissant au fond des forêts sombres et ombragées, avec leur hauteur et leur force quand ils ont crû dans un terrain libre et sur les croupes des côteaux ou des montagnes.

3. Mais en quoi consiste cette influence, et où peut-on en trouver la cause ? L'air atmosphérique est un fluide si abondant en matériaux différens, outre la nature propre de ses deux composans, le gaz oxigène et le gaz azote, outre la petite proportion de gaz acide carbonique qu'il contient toujours, et sur-tout par rapport à la quantité d'eau si variée qu'il dissout suivant une foule de circonstances diverses, qu'il est très-difficile de déterminer par quelle matière il sert si éminemment et si indispensablement à la végétation. Aussi cette partie du problême de la physiologie végétale est-elle encore entièrement neuve, et n'a-t-elle point été résolue. Les

physiciens ont proposé différentes hypothèses dont l'expérience n'a point encore fait reconnaître l'existence ou la vérité. Les uns ont pensé que l'air pénétrait dans les végétaux, et y entretenait la vie par une espèce de respiration comme dans les animaux. Hales n'était pas éloigné de cette idée, d'après son expérience de l'air qu'il avait vu passer de l'atmosphère dans les tiges, lorsqu'il faisait le vide dans le bas de celle-ci renfermée sous un récipient pneumatique. Mais cette expérience n'offre rien d'applicable au mécanisme de la végétation, puisque le vide, cause de ce passage de l'air, ne peut jamais avoir lieu dans les plantes. On ne peut rien trouver dans ces êtres qui ressemble à la respiration des animaux.

4. D'autres physiciens croient que l'air porte la nourriture aux plantes, que c'est dans l'atmosphère qu'elles la puisent toute entière ou presque toute entière; que pour qu'elles l'y trouvent, il faut que ce fluide contienne toujours une égale proportion de ses deux principes fluides élastiques; que lorsqu'il est épuisé de son gaz oxigène, qui sert spécialement à la végétation, il ne peut plus entretenir cette opération, et qu'alors les plantes y meurent. Quant à la nécessité de ce renouvellement, ils l'admettent dans celle de recevoir des espèces d'excrémens, ou une transpiration végétale qui en convertit le gaz oxigène en acide carbonique, ou dans celle de fournir par son absorption même un des alimens du végétal. L'une et l'autre de ces idées peuvent être vraies en même temps. Aucune expérience positive ou assez exacte n'a encore montré que l'une méritait exclusivement d'être préférée à l'autre.

5. La nécessité de l'air pour l'entretien de la vie végétale paraît tenir si essentiellement à la présence du gaz oxigène dans ce fluide, que, suivant les expériences de M. Ingenhousz, on peut faire végéter des plantes dans des gaz non respirables, spécialement dans du gaz azote et du gaz hidrogène, pourvu qu'on y introduise une certaine quantité de gaz oxi-

gène. Il paraît que ce dernier, devenant l'excipient du carbone qui se dégage des plantes, et qui est un de leurs excrémens, passe ainsi à l'état d'acide carbonique, qui peut de nouveau servir lui-même à la végétation, comme je le ferai voir dans un des articles suivans.

ARTICLE V.

De l'influence de l'eau sur la végétation.

1. L'eau est si utile à la végétation, et cette utilité est si frappante pour tous les hommes, que le plus grand nombre de physiciens la regarde comme le premier mobile de l'accroissement des plantes, et comme le plus utile des matériaux qui entrent dans leur composition, depuis les expériences de Van-Helmont, de Boyle et de Duhamel, qui ont fait croître des arbres dans l'eau pure pendant plusieurs années, jusqu'à celles de Tillet, qui a prouvé que la nature du sol où les graines germent est presque indifférente, et qu'elles ne demandent presque que la présence de l'eau pour la germination. Tous les essais des physiciens, toutes les observations des naturalistes et des agriculteurs se réunissent pour prouver la grande utilité de l'eau dans la végétation; et son importance supérieure à tous les autres matériaux, est un fait généralement reconnu, sur lequel on ne peut élever aucun doute, et dont l'explication a beaucoup occupé les savans.

2. S'il est nécessaire, pour assurer davantage cette influence première, cette grande utilité de l'eau dans la végétation, de joindre aux essais exacts, mais toujours resserrés des physiciens, les résultats également concluans par leur authenticité comme par leur masse, des expériences faites en grand, on

pourrait citer la fertilité des lieux toujours humides, la richesse des prairies arrosées, l'avantage des terres parcourues par des ruisseaux sur les terrains secs et arides ; on pourrait invoquer la fameuse expérience des débordemens annuels du Nil, et de la fertilité de l'Égypte due à cette inondation, regardée par les habitans comme une faveur du ciel. Les faits empruntés de l'agriculture-pratique et de l'histoire des productions des différentes contrées, fourniraient des preuves irrécusables, et qu'il est même utile d'accumuler davantage, de cette influence bien avérée de l'eau sur la végétation. On en trouverait encore une également frappante dans l'industrie si remarquable de ces maraîchers de Paris, qui tirent un si grand avantage des marais situés de toutes parts autour de cette immense ville, qui forcent la terre de se couvrir de récoltes abondantes et non interrompues, et qui doivent cette presque étonnante série de productions végétales à la quantité énorme d'eau qu'ils portent sans cesse dans leurs terrains, et aux arrosemens perpétuels par lesquels ils les fertilisent.

3. Une question importante s'élève relativement à cette influence de l'eau dans la végétation : pour essayer de la résoudre, il faut commencer par observer de quelle manière elle agit dans les divers organes des plantes. Il n'y a nul doute qu'elle ne passe par les racines, puisqu'une plante desséchée, fanée, se redresse, reprend de la fraîcheur, et continue à végéter quand ses racines plongent dans l'eau ; puisqu'on voit des liqueurs colorées monter dans les vaisseaux de jeunes radicules blanches, et les imprégner de leur couleur ; puisqu'enfin toute plante, tout arbre dont les racines sont plus ou moins humectées ou arrosées, pousse avec plus ou moins de vigueur, et remplit toutes ses fonctions. Cette eau monte dans les tiges et se répand dans toutes les parties des plantes : elle s'écoule ou s'échappe en partie par les feuilles qui la reversent dans l'atmosphère ; et plus cette transpiration

est abondante, d'après la chaleur et la qualité dissolvante de l'air, plus la succion d'eau par les racines est considérable.

4. Il n'est pas douteux davantage que la germination s'opère, sinon exclusivement, au moins en partie, à l'aide de l'eau, puisqu'avant de germer les graines ont besoin d'en absorber, puisque toute matière sèche exclue la germination, et puisqu'il faut une terre humectée, ou une substance, une surface humide quelconque, pour la faire naître. Il ne paraît cependant pas qu'elle puisse avoir lieu par l'action de l'eau seule, et que les graines entièrement plongées sous l'eau puissent germer : on pense même que cela n'a pas lieu pour les plantes aquatiques, dont les graines ne lèvent qu'à la surface de l'eau, et dont quelques-unes se plongent ensuite dans la vase pour y attacher leurs racines. Mais n'est-ce que par les graines pendant la germination, et par les racines pendant la végétation, que l'eau pénètre ainsi les végétaux ? et n'y a-t-il pas d'autre voie par laquelle elle s'introduit dans les plantes ?

5. La plupart des physiciens qui se sont occupés de la physique des végétaux ont pensé que les feuilles des plantes étaient chargées de vaisseaux et de pores absorbans, par lesquels elles aspiraient ou pompaient dans l'atmosphère l'eau qui s'en séparait sous forme de rosée, et que cette absorption, qui pouvait suppléer à celle des racines quand la terre était sèche, se faisait sur-tout les nuits et dans les temps de la rosée. On a même invoqué, pour appuyer cette opinion, la différence des deux surfaces de feuilles, si bien observée par Bonnet, et qui est telle dans leur structure comme dans leur fonction, que, placées sur l'eau par la page inférieure ou matte, les feuilles restent vertes ou végétent ; et, posées sur le même liquide par la page supérieure ou lisse, elles se dessèchent et périssent, ou vivent beaucoup moins long-temps que les autres. La première surface était réputée absorbante

ou inhalante ; et la seconde, exhalante. Mais on ne voit pas comment et par quelle force l'eau atmosphérique pourrait pénétrer ; comment elle pourrait, sans repousser les liquides contenus dans les vaisseaux des plantes, s'insinuer dans les canaux que ces liquides occupent, à moins que de supposer un vide ; et l'on sait que celui-ci n'est pas prouvé.

6. De quelque manière et par quelque voie que l'eau s'insinue dans les vaisseaux des plantes, toujours est-il certain qu'elle les parcourt continuellement, qu'elle pénètre tous les organes et tous les points, qu'elle s'y renouvelle sans cesse, que ce renouvellement et cette circulation sont nécessaires à l'existence des végétaux, puisque la force et la promptitude de la végétation suivent assez exactement la proportion d'eau absorbée. Il ne s'agit plus que de savoir à quoi l'eau est utile dans la nutrition des végétaux ; car c'est par l'effet de son introduction, de son séjour et de son passage dans leur intérieur, que les plantes croissent. Voici ce que l'état de la science a permis jusqu'ici de découvrir. L'eau qui passe et se filtre à travers les racines, entraîne d'abord avec elle tout ce qu'elle prend dans la terre qui en est imprégnée ; et, sous ce point de vue, elle est d'abord le véhicule de tout ce que la terre peut contenir d'alimentaire pour les plantes.

7. On a bien prouvé aujourd'hui que l'eau imprégnée d'air et de quelques fluides élastiques dissolubles était beaucoup plus utile à la végétation que de l'eau sans air, que de l'eau bouillie. Voilà pourquoi l'eau de neige, qui, à mesure qu'elle fond peu à peu, reprend l'air qu'elle avait perdu, et s'insinue à cet état d'aération dans la terre où elle arrose les racines, procure dans les premiers jours de printemps un accroissement si prompt et si remarquable. C'est par la même raison que l'eau d'une pluie fine et douce, qui, après avoir traversé une partie de l'atmosphère, et y avoir pris une quantité notable d'air, couvre également et pénètre graduellement le terrain où sont implantées les racines, augmente avec activité

la crue des plantes. On remarque encore que, quand on arrose des plantes avec de l'eau de puits ou de citerne, la végétation en est beaucoup moins forte que lorsque l'eau d'arrosement a coulé plus ou moins long-temps auparavant avec le contact de l'air, dont elle a pu se saturer.

8. Les diverses matières contenues dans la terre et qui peuvent contribuer à la nutrition végétale, y sont sous une forme sèche et solide, qui ne leur permet pas de pénétrer le tissu des racines, et par conséquent celui des tiges des plantes. C'est l'eau qui charie, soit comme suspendues par leur division extrême, soit comme dissoutes par un véritable agent chimique approprié, les molécules de diverse nature qui peuvent servir de nourriture aux plantes. Ainsi c'est l'eau qui donne à ces molécules nourricières pour les végétaux, la forme liquide qui leur convient, et sans laquelle ces molécules ne seraient jamais introduites dans leur tissu. Plus il passe de ce dissolvant, et plus l'on doit concevoir qu'il élève avec lui de matière alimentaire dans les organes des plantes. On verra que l'eau peut apporter ainsi jusqu'à la terre silicée, qu'on retrouve en effet dans l'analyse végétale après la séparation de tous les matériaux dissolubles, salins, inflammables, etc.

9. Il est presque inutile de faire remarquer qu'en passant sans cesse dans les vaisseaux des végétaux, en y portant les substances diverses propres à en augmenter les matériaux et à leur donner l'accroissement, l'eau en distend, en remplit, en gonfle, en alonge les canaux; qu'elle en soutient les mailles, les aréoles, le tissu, en général, au degré de distension convenable; qu'ainsi l'on conçoit très-bien comment, après une sécheresse, un hâle, un contact des rayons brûlans du soleil, les plantes fanées, dont le feuillage plissé, penché et tombant, menace même de passer à un état plus souffrant et à une mort certaine si leur soif n'est pas satisfaite, s'élèvent, se redressent, présentent leurs feuilles dans l'extension et avec le développement, l'épanouissement, la

coloration convenables à leur existence, et recommencent bientôt à pousser avec plus de vigueur qu'auparavant.

10. Personne ne doute encore que l'eau toute entière entre comme telle, et sans décomposition, dans les principes constituans des plantes, et ne fasse partie des élémens qui les composent. Ainsi l'eau fait la base de la sève et de tous les sucs qu'on y rencontre; ainsi elle y tient en dissolution les acides, les sels, les extraits; elle y ramollit les mucilages, etc. Telle était la seule idée que les anciens chimistes avaient de l'usage de l'eau dans la végétation; ils la poussaient jusqu'à croire que l'eau existait solide dans plusieurs composés végétaux. Aujourd'hui l'on a une opinion plus grande de son utilité végétative.

11. Depuis que Lavoisier et le citoyen Berthollet se sont occupés de cet objet en 1785 et 1789; depuis qu'Ingenhousz a reconnu que des feuilles plongées dans l'eau et exposées au soleil exhalaient du gaz oxigène, on a pensé que l'eau se décomposait dans les vaisseaux des végétaux, et particulièrement dans ceux de leurs feuilles; que cette décomposition était favorisée par le contact de la lumière, sur-tout par celle du soleil; que par l'effet de cette décomposition, l'inverse de celle que les chimistes en opèrent par les corps combustibles, l'eau déposait dans les plantes son hidrogène, qui y formait en partie les huiles, les extraits, les parties colorantes; qu'une portion de son oxigène s'y fixait en même temps pour y constituer les oxides muqueux sucré, féculent, etc., ou les acides végétaux; que la plus grande partie de ce principe oxidant et acidifiant, détaché ou séparé de l'hidrogène, et fondu par le calorique de la lumière, prenait la forme de gaz, et sortait souvent avec rapidité de la surface des végétaux, et spécialement de leurs feuilles pour se répandre dans l'atmosphère.

12. Ainsi par cette découverte de la décomposition de l'eau dans les feuilles frappées par les rayons du soleil, on a trouvé

tout à la fois une ingénieuse explication de la grande utilité de ce liquide pour la végétation, et une source des deux principaux élémens qui entrent dans la composition des matériaux des plantes, parmi lesquels on sait assez que l'hidrogène joue le principal rôle ; et la manière de concevoir comment, par un mécanisme bien simple, la nature renouvelle l'atmosphère, et lui rend, au moyen de la végétation, qui dans ce sens est une décombustion, l'oxigène que tant de causes réunies lui enlèvent sans cesse. Ainsi l'on est parvenu, par la connaissance d'un phénomène simple et d'une cause unique, à rendre raison d'une foule de faits et de circonstances compliquées dont on ne concevait pas auparavant l'existence ou les rapports avec la physique. Il faut remarquer cependant qu'il est quelques physiciens modernes qui nient cette décomposition de l'eau par les feuilles vivantes, à l'aide du soleil qui les frappe. On verra bientôt sur quoi ils se fondent.

ARTICLE VI.

De l'influence du gaz acide carbonique, et de quelques autres gaz sur la végétation.

1. Après les principales découvertes sur la différence et les propriétés des diverses espèces de fluides élastiques, on a cherché à déterminer leur action et leur influence sur la végétation. Il a été bientôt reconnu qu'aucun autre gaz que l'air ordinaire et le gaz oxigène ne pouvaient entretenir ce grand phénomène, et qu'à cet égard il présentait une analogie bien marquée avec la vie des animaux et la combustion.

2. Mais on s'aperçut, dans le cours de ces recherches, que

la pureté de l'air n'était pas, à beaucoup près, aussi indispensable pour l'entretien de la végétation que pour celui de la respiration; que les végétaux continuaient à vivre dans un air assez altéré ou gâté pour ne pas pouvoir servir à la vie des animaux; que la plupart poussaient même plus fortement dans un air un peu impur que dans de très-bon air; et que, dans ce dernier cas, l'air gâté qui servait à cette végétation un plus vigoureuse, s'améliorait sensiblement, au moins dans les premiers temps de cette action, au lieu de continuer à s'infecter comme il le fait par toute espèce de combustion et par la respiration des animaux.

3. Quand le dernier fait cité, celui des plantes végétant avec plus de vigueur dans de l'air gâté que dans de l'air très-pur, eût été confirmé par des expériences assez nombreuses, il fallait déterminer à quoi ce singulier effet était dû; quel genre d'altération dans l'air, loin d'être nuisible, semblait être profitable à la végétation; quel gaz, diminué ou ajouté dans l'atmosphère, produisait cet effet singulier, et par quel mécanisme il était réellement produit. Quoique cette détermination ne soit pas encore entièrement complète, on a cependant trouvé en la recherchant quelques faits importans, et qui peuvent au moins servir à résoudre une partie de la grande question qu'elle renferme.

4. On a reconnu, soit par l'analyse même de l'air gâté par les animaux et encore bon pour la végétation, soit par la composition artificielle de mélanges aériens où l'on a fait végéter des plantes, que c'était à une certaine proportion d'acide carbonique contenu en quantité beaucoup plus grande que dans l'air ordinaire, que cet usage avantageux à la végétation avait lieu. M. Ingenhousz s'est assuré qu'en introduisant dans du gaz azote et dans du gaz hidrogène, qui chacun isolément ne peuvent servir à entretenir la vie des végétaux, une certaine quantité de gaz azote, ils en devenaient susceptibles. M. Humboldt a trouvé depuis que huit ou dix centièmes

de gaz acide carbonique, ajoutés à l'air de l'atmosphère, le rendaient extrêmement propre à la végétation; et que tel était quelquefois l'état de certaine partie de l'air des mines, où une classe entière de plantes cryptogames germait et poussait avec activité.

5. Cette utilité de l'acide carbonique pour la végétation, et l'influence qu'il a manifestement sur cette fonction, se reconnaissent encore dans l'eau qui en est imprégnée, et qu'on sait être beaucoup plus propre à l'arrosement que l'eau ordinaire. Il n'est presque pas d'eau souterraine, filtrée à travers les couches de terre végétale, qui ne contienne une proportion quelconque d'acide carbonique; et cette eau, absolument comme on l'observe pour les animaux, non seulement n'est pas dangereuse comme le gaz acide pur pour l'entretien de la vie végétale, mais même elle contribue éminemment à en augmenter l'activité et à en accroître l'énergie.

6. L'action que cet acide produit, soit comme gaz ajouté à l'air où plongent les plantes, soit comme dissous dans l'eau que leurs racines absorbent, soit comme uni à la vapeur aqueuse ou à la rosée qui mouille leurs feuilles, paraît être due à sa décomposition, opérée dans le tissu même de ces derniers organes; comme cela résulte des expériences de M. Ingenhousz et du citoyen Sennebier. Dans ce genre de décomposition analogue à celle qui a lieu par le phosphore chauffé avec le carbonate de soude, celui de chaux, etc., le carbone de l'acide carbonique est séparé de son oxigène, se combine avec de l'hidrogène, de l'oxigène, etc., pour former les divers matériaux immédiats des plantes qu'on sait contenir ces premiers principes; et la plus grande partie de son oxigène, qui en forme les 0.72, se dégage en fluide élastique qui se mêle à l'air et l'améliore.

7. On ne peut méconnaître dans cet effet une des sources du carbone qui existe dans les plantes, et qui fait si souvent la plus forte proportion de leurs élémens constituant; et

tandis que cette manière d'expliquer ce mode d'intromission dans les filières végétales rend une raison très-satisfaisante de l'influence utile du gaz acide carbonique contenu dans l'air gâté sur les plantes, elle a l'avantage de faire concevoir un des phénomènes les plus difficiles, les plus abstraits et les plus profondément cachés qui existent dans la physique végétale, celui de la formation des composés charbonneux qui existent si abondamment parmi les matériaux des plantes.

8. Ce ne peut être qu'à la même cause qu'on doit rapporter un effet également remarquable produit sur les végétaux par le gaz hidrogène carboné. Ce gaz pur tue assez promptement ces êtres organiques ; mais mêlé en certaine proportion avec de l'air ordinaire, il en augmente manifestement la propriété productive dans la végétation. Il y a même des circonstances très-connues des cultivateurs, où ce gaz se dégageant des marais, des mares, des tourbières, des fumiers corrompus, des eaux qui en proviennent, des étables, etc., et se portant sur des plantes qu'il enveloppe de toutes parts, les fait croître avec une grande rapidité, et leur fait même quelquefois contracter, au sein de ce rapide accroissement, une odeur et une saveur qui en attestent l'influence. Il est trop évident, pour exiger ici une explication plus détaillée, que cet effet est dû aux mêmes causes, et tient à la même théorie que l'influence de l'acide carbonique ; et que si l'action du gaz hidrogène carboné est plus prompte que celle de ce dernier, cela dépend de ce que le carbone qu'il contient est plus à nu et plus disposé à pénétrer les vaisseaux des plantes que celui qui uni à l'oxigène y est plus profondément adhérent et plus difficile à en séparer.

ARTICLE VII.

De l'influence du sol, et de son amendement sur la végétation.

1. En voyant les végétaux fixés dans la terre, les hommes ont toujours dû penser que le sol où plongent leurs racines fournissait la principale matière à leur nourriture, et qu'ils en tiraient toutes les qualités qui les distinguaient. De là cette ancienne notion du rapport des terrains avec les productions, dont on a presque toujours fait un des dogmes principaux ou fondamentaux de l'agriculture. Les mêmes idées sur l'influence de la terre pour favoriser tel ou tel végétal, ou donner à cette plante un caractère particulier, se sont toujours propagées depuis l'antiquité jusqu'à nous, et il n'y a pas un seul cultivateur de nos jours qui ne soit persuadé que les plantes ne tirent du terrein où elles croissent des caractères qui en dépendent exclusivement, tels qu'une saveur, une odeur particulière, etc.

2. On ne peut douter en effet, et trop d'exemples le confirment, que la qualité des terrains se communique aux végétaux qui y sont placés ; elle forme ce qu'on nomme *goût de terroir.* Ainsi les raisins, les fruits, mais sur-tout les légumes, les tiges, les feuilles, les racines, prennent dans les marais une saveur, une odeur, une consistance, une couleur manifestement dépendantes des qualités de la terre où elles ont crû. On peut pousser cette remarque jusqu'aux vins produits par la fermentation, résultat d'une altération profonde éprouvée par les sucs végétaux : on sait qu'ils participent à la nature du sol où la vigne a poussé, et qu'on y reconnaît dans ce qu'on nomme *le bouquet*, la différence d'un terrain sec, sablonneux, siliceux, de pierre à fusil, ou d'une terre humide, trop grasse et trop forte. Ces données générales,

dont il n'est pas permis de douter, ainsi que celles qui sont relatives à la disposition particulière de tel terrain pour donner naissance à de certaines productions, prouvent sans réplique qu'il y a une influence directe de chaque sol sur les productions végétales.

3. Mais si cette vérité est bien établie, il en est une également certaine, c'est que ce qu'on nomme *les terrains* sont des poussières ou des masses très-compliquées dans leur mélange et leur composition, et que pour déterminer avec exactitude le genre d'action qu'ils exercent sur les végétaux dont ils modifient la plupart des propriétés, il est nécessaire de rechercher en particulier ce qui est dû à la terre proprement dite, et ce que produisent les substances étrangères aux molécules terreuses qui y sont mélangées. La première constitue la base du terrain à proprement parler, et les secondes appartiennent plus ou moins aux engrais, dont il sera question dans l'article suivant.

4. On chercherait en vain une terre pure et isolée parmi les terrains où croissent les végétaux. Le sable le plus aride, le plus sec, le plus fin, le plus voisin de la terre silicée proprement dite, est toujours un mélange de quartz, d'alumine, et souvent d'un peu de matière calcaire. Pour déterminer de quelle manière chaque substance terreuse contribue à la végétation ou à l'entretien des végétaux, les chimistes, qui ont fait les premières applications de leur science à l'agriculture et à la physique végétale, ont examiné en particulier la manière dont les graines se comportent dans chaque terre pure préparée chimiquement; et quoiqu'il résulte de leurs essais que ces graines germent très-bien et lèvent dans les terres arides bien lavées, insipides, et privées de toute molécule saline, pourvu que ces terres soient humectées, il est aussi bien prouvé qu'aucune d'elles ne favorise exclusivement ni fortement la végétation. On peut aussi faire germer les graines dans les poussières ou limailles métalliques, et sur des éponges, du

coton, de la filasse, etc., abreuvées d'eau ; mais dans ces milieux la végétation ne dure pas long-temps, ou ne va pas jusqu'à son terme, à moins que cela ne soit dans des plantes délicates, frêles, petites, qui n'aient besoin que de très-peu de substance pour nourriture.

5. On a conclu cependant de ces épreuves que le sol ne faisait pour les végétaux qu'un simple soutien ; qu'il logeait et arrêtait les racines ; qu'il entourait seulement celles-ci de l'eau et des matières nourricières dont elles ont besoin, et dont il n'était que le réceptacle ; qu'il ne doit être que très-facilement perméable pour les racines, retenant assez d'eau pour les entretenir toujours humectées, assez divisé pour laisser passer l'air entre ses molécules et même une partie de la lumière, point compact pour ne pas comprimer les fibrilles radicales. On ne peut guère douter qu'une petite portion de la terre elle-même ne pénètre les racines, et ne soit portée dans l'intérieur du végétal par l'absorption dont ces organes végétaux sont susceptibles, et par son état de division ou même de dissolution dans l'eau.

6. Bergman, dans sa dissertation sur les *terres géoponiques*, conclut d'un grand nombre d'essais que la meilleure des terres pour la production végétale doit être un mélange de deux parties de terre calcaire, d'une partie de magnésie, de quatre parties d'alumine, et de trois parties de sable. Toutes les recherches des modernes leur ont appris que les sels ne contribuaient en rien à la végétation ; qu'il y avait lieu de croire au contraire qu'ils y nuisaient constamment ; que des terres pures seules ou des mélanges de plusieurs de ces terres entre elles n'y étaient pas propres ; que les terres fertiles perdaient toutes leurs propriétés par l'action du feu. Ces derniers faits ont été sur-tout vus par M. Giobert, chimiste de Turin.

7. De tous les essais qu'on a variés de mille manières sur les rapports des terrains avec les végétaux qu'on leur confie, il est sorti un résultat uniforme, constant, et par conséquent

certain ; c'est que parmi les matières qu'on rencontre dans le mélange des terres formant le sol, celle qui contribue le plus sûrement à la fertilisation est la terre calcaire. Il n'y a ni équivoque, ni incertitude, ni contradiction sur ce fait. On l'attribue à ce que la plupart de ces corps calcaires retiennent quelque chose de leur ancienne origine animale, qui devient une sorte d'engrais. Je ne doute pas pour ma part que ce ne soit à l'acide carbonique qu'il faille attribuer cette fertilité. Quoi qu'il en soit, il est si vrai que la matière calcaire est la plus utile de toutes les substances terreuses ou salines terreuses pour la culture, que c'est avec elle que les agriculteurs renouvellent souvent leurs terres.

8. Il faut savoir cependant que quoique la terre calcaire soit l'amendement le plus fréquent et le plus utile qu'on puisse employer, et que c'est pour cela que la marne tient le premier rang, même parmi les engrais, l'art d'amender les terres, considéré dans sa plus grande latitude, ne peut pas être circonscrit dans un seul procédé, mais qu'il doit varier suivant la nature du terrain sur lequel le cultivateur doit agir. La marne et la craie conviennent certainement dans une terre forte et trop argileuse ; mais une terre trop uniformément calcaire ou sablonneuse peut exiger au contraire de l'argile, pour lui donner la portion de liant qui lui manque, et la propriété de ne pas se sécher trop vîte, de retenir l'eau un peu plus fortement qu'auparavant.

ARTICLE VIII.

De l'influence des engrais sur la végétation.

1. Il a été prouvé ci-dessus que les terres pures et isolées ne servaient pas directement à la végétation ; que l'eau seule pouvait y suffire à la rigueur, mais qu'elle ne fournissait cependant pas tous les principes nécessaires à la fertilité et à l'accroissement complet des plantes : en sorte, par exemple, que la plupart ne parvenaient pas à donner des fruits, ou qu'au moins la végétation en était faible. Quoiqu'on ait cru long-temps que les plantes se nourrissaient par leurs feuilles, et qu'elles tiraient leur aliment de l'air, de manière qu'elles paraissaient pouvoir croître au moyen de l'eau, de la lumière, de la chaleur, du gaz oxigène et des fluides élastiques composant ordinairement l'atmosphère, il n'en est pas moins reconnu, par toutes les données et les expériences agricoles, que la plus grande partie de la nourriture des végétaux est puisée dans la terre, et que celle-ci influe beaucoup sur leur état, leur force, la rapidité de leur croissance, la nature, la saveur, l'odeur de leurs fruits, etc.

2. On a observé depuis long-temps que la terre, en fournissant aux végétaux les principes nécessaires à leur accroissement, s'épuisait au bout de quelque temps, et qu'il était nécessaire de lui rendre ce qu'elle perdait : d'où on a conclu que quelque chose passait de la terre dans les plantes, et que cette portion nécessaire à la végétation se dissipait peu à peu, de manière qu'on était forcé de la restituer au sol. C'est l'addition de cette substance nourricière et végétative à la terre qu'on nomme *engrais*. La nature elle-même fournit l'exemple de cette nécessité de réparer sans cesse la perte que fait le sol par les végétaux qui le pénètrent et le couvrent ; elle lui rend chaque année ce que les plantes absorbent, par les débris de

celles qui meurent, s'accumulent sur la terre, y pourrissent, s'y décomposent, et forment ainsi des couches successives d'une espèce de terreau ou terre végétale dans laquelle les germes se développent bien et les racines puisent le principe de la nutrition végétale.

3. C'est par ce mécanisme naturel que les lieux chargés d'arbres et de végétaux divers croissant de toute part au-dessous d'eux, se remplissent à une plus ou moins grande profondeur d'une terre végétale, qui en assure pour long-temps la fécondité. C'est cette couche de terreau fertile que l'homme trouve après le défrichement des forêts antiques, et dans lequel il confie les germes et les graines de beaucoup de plantes qui y prennent un prompt et grand accroissement. Ainsi s'établissent par la succession des siècles ces terres d'une fertilité inépuisable que l'homme prend des mains de la nature dans les immenses forêts de l'Amérique, dont il commence par abattre ou consumer les anciens habitans végétaux, avant d'y commencer ces cultures utiles de plusieurs plantes que nos climats tempérés ou froids ne pourraient pas alimenter.

4. Le cultivateur imite le procédé de la nature lorsqu'une terre lui paraît épuisée de ses sucs nourriciers par une trop longue et trop forte végétation ; il y insère, en la remuant avec la charrue ou avec d'autres instrumens, des débris de matières végétales et animales qu'on nomme *engrais*. Le plus souvent ces débris sont formés par les pailles qui ont servi de litière aux animaux, et qui, imprégnées de leurs urines et de leurs excrémens, sont entassées pour les laisser s'échauffer, fermenter, se corrompre, s'affaisser, et devenir ce qu'on nomme du fumier. Les feuilles d'arbres également amoncelées, arrosées, échauffées, fermentées, ramollies et décomposées, sont aussi employées aux mêmes usages. Les os des animaux, les cornes, les bois eux-mêmes, coupés en copeaux ou en fragmens, ou moulus en poussière, servent souvent encore d'engrais dans quelques pays. Dans plusieurs, on des-

tine à cet usage les excrémens humains long-temps gardés, quelquefois même convertis en une matière sèche inodore, connue sous le nom de *poudrette*.

5. C'est dans la même intention, mais avec un moyen bien plus grand, bien plus immédiatement utile, que dans les grandes exploitations de terres dirigées par des hommes éclairés, on place sur des terrains épuisés ou seulement appauvris, des animaux et sur-tout des moutons, qui, en y trouvant une nourriture encore suffisante à leurs besoins, rendent immédiatement à la terre, soit par les excrémens liquides et solides qu'ils y déposent, soit par le suin ou la matière de la sueur qu'ils y laissent transpirer en s'y couchant, plus encore qu'ils ne lui ont emprunté. Ce moyen de fumer les terres suppose à la vérité des dépenses ou premières mises d'une haute valeur; mais il récompense largement l'agriculteur qui le pratique, et dont toute la spéculation roule, comme on voit, sur la conversion réciproque des matières végétales en substances animales, et de celles-ci dans les premières.

6. La physique a long-temps gardé le silence sur la cause de l'action ou sur le mécanisme de ces engrais. L'ancienne chimie l'expliquait par une théorie de sels et de stimulans que les découvertes modernes relèguent parmi les fables ou les erreurs. C'est spécialement dans cette dernière classe que cette théorie est placée par des essais agricoles modernes, dont le résultat a prouvé que le véritable sel introduit dans la terre nuisait à la production des plantes qui y étaient élevées. Les analyses pneumato-chimiques ont fourni des notions plus exactes sur l'influence des engrais, en apprenant que les plantes sont formées d'hidrogène, de carbone, d'oxigène et quelquefois d'azote, de soufre et de phosphore, sans compter la chaux, la silice et la potasse. S'il n'existe que ces seuls principes dans les matériaux des plantes, il est bien évident qu'elles n'ont besoin que d'eux pour croître.

7. Ce raisonnement suffit pour conduire à la connaissance

de l'action des engrais. On trouve en effet dans les substances composées qui les forment ces premiers principes en abondance; l'hidrogène y est contenu si abondamment, qu'il s'en échappe souvent sous la forme de gaz pendant leur destruction. Le carbone s'y montre par la couleur noire que prennent les fumiers faits, et dans la nuance du terreau dans lequel ils se changent. Ce qu'on nomme l'eau de fumier n'est, pour la plus grande partie, si l'on en retire par la pensée l'ammoniaque et les substances animales qui y sont mélangées comme étrangères, que de l'eau tenant en dissolution du carbone, qu'on y voit se déposer en la gardant quelque temps. Il se dégage perpétuellement des terreaux du gaz acide carbonique; en sorte qu'il ne manque rien à ces corps composés pour fournir la nourriture des plantes, et qu'au contraire la matière alimentaire qu'ils donnent est d'une telle abondance, qu'il est facile d'expliquer, d'après celà, comment la végétation y est si forte et l'accroissement des végétaux si rapide.

8. On peut même juger de là, et en comparant l'influence du sol à celle de l'air, pour la célérité de la croissance des plantes et la vigueur de la végétation, que le sol y contribue beaucoup par les engrais dont on le charge, et que les racines pompent avec une grande énergie les diverses matières alimentaires sous forme liquide, tandis qu'il n'en passe que très-peu par les feuilles, qui sont plutôt des organes transpiratoires. Il n'est pas moins exactement prouvé à l'observateur que l'eau est le véhicule commun des terres, de l'acide carbonique, du carbone et de l'hidrogène presque isolés, qui sont portés dans les organes des végétaux; que c'est pour cela que sa présence est si nécessaire dans la terre où plongent les racines, et qu'elle y joue le double rôle de favoriser la décomposition lente et successive des matières végétales formant les engrais, et une sorte de dissection de leurs parties, et d'entraîner celles-ci dans les vaisseaux absorbans des plantes.

9. Les engrais ou les matières organiques qui les forment

par le mélange de leurs molécules avec celles des terres proprement dites, ont un autre effet encore que celui de fournir l'aliment aux racines des plantes ; ou plutôt ce dernier effet principal est accompagné d'un autre auxiliaire, à la vérité, mais non moins utile. On sait que ces engrais éprouvent une fermentation continuelle qui les atténue, les divise, les décompose. Ce mouvement ne peut pas avoir lieu sans élévation de température, et cette chaleur produite doit favoriser beaucoup la végétation. Les terres très-riches en principes nutritifs, qu'on emploie dans les couches et les serres des potagers et des jardins de botanique, terres qui contiennent beaucoup de fumier de crottin de cheval, de tannée, sont si chaudes, qu'en y enfonçant la main on trouve une grande différence entre la température extérieure et celle de ce milieu solide. Aussi y fait-on germer beaucoup de graines qui n'en sont point susceptibles dans notre sol, et y élève-t-on un grand nombre de plantes qui périraient ou languiraient dans nos terres ordinaires. Les agriculteurs savent qu'en employant du fumier mal consommé ou trop peu fermenté, il procure une végétation trop hative et dangereuse dans nos climats, où le froid peut saisir ou tuer si facilement des plantes délicates trop tôt levées. Il n'y a d'autre raison du soin qu'ils ont de ne pas employer ce fumier trop frais et trop fort, que la chaleur violente qu'il occasionne dans la terre par la fermentation qu'il subit : aussi le nomment-ils *trop chaud* avec bien de la raison. Il est si vrai que les engrais fermentent fortement, qu'on en retire à une certaine époque des acétites alcalin, calcaire et ammoniacal par la lessive, et qu'on en dégage une forte odeur de vinaigre par l'action des acides plus puissans qu'on y verse.

10. Il est encore un dernier effet qu'on doit observer dans les engrais, et qui a été découvert par le docteur Ingenhousz ; c'est la puissance qu'ils paraissent exercer sur l'atmosphère, l'absorption de l'oxigène atmosphérique qu'ils opèrent, et la transmission qu'ils en font sans doute dans les vaisseaux ab-

sorbans des racines. Quand on expose une terre végétale au contact de l'air dans un appareil fermé, et quand on examine cet air quelque temps après, on le trouve privé d'une portion de son oxigène ; cette privation va bientôt jusqu'à l'absence totale : en sorte que c'est un des moyens les plus sûrs de se procurer aujourd'hui le gaz azote atmosphérique. Quoique M. Humboldt ait cru reconnaître cette propriété absorbante dans les terres pures, et sur-tout dans l'alumine et la magnésie, il n'est presque pas douteux qu'elle doit être beaucoup plus énergique dans celles qui sont mêlées de matières végétales, et que celles-ci formant les engrais se comportent, à l'égard de l'oxigène atmosphérique, comme des espèces de combustibles qui ont beaucoup de tendance à s'oxider, et auxquels les racines enlèvent ce même principe quand l'eau les y a fait pénétrer.

11. On ne peut pas douter que cet oxigène, fixé et précipité de l'air dans les engrais, ne joue un rôle plus ou moins important dans la végétation, quand on le considère comme propre à convertir le carbone des engrais en acide carbonique, si utile à l'accroissement des plantes lorsque l'eau le leur offre dissous et liquide ; et quand, d'un autre côté, on observe l'effet que produisent sur la nutrition végétale les lessives d'acide muriatique oxigéné mêlées à la terre où plongent les racines. Le citoyen Pajot-Descharmes, qui applique avec succès aux procédés des manufactures les phénomènes chimiques, a remarqué que des lessives très-étendues à la vérité d'acide muriatique oxigéné, et qui avaient déja servi à plusieurs opérations, jetées sur la terre dans un jardin, avaient avancé singulièrement l'accroissement des plantes qui occupaient la région ainsi arrosée. En rapprochant cette observation des faits observés par MM. Ingenhousz et Humboldt, on voit clairement que l'absorption de l'oxigène est un des effets les plus fécondans et les plus utiles des engrais.

12. De ces données si agrandies et si bien expliquées par les connaissances chimiques modernes, résulte la connaissance

des effets que produisent le remuement de la terre et le labour, si recommandés par tous les agriculteurs habiles. On voit qu'en retournant la terre à une certaine profondeur, non seulement on la rend plus légère, plus meuble, plus divisée, plus perméable, on détruit les mauvaises herbes et les insectes qui l'habitent et l'épuisent, mais on reporte à la surface l'engrais profondément enfoui ; on distribue également dans tous les points où doivent ramper les racines cette nourriture précieuse ; on rend aux portions épuisées ce que la végétation précédente leur a enlevé. En renouvelant ainsi toutes les surfaces du terreau, le labour expose à l'air cette matière qui tend à le désoxigéner ; et en augmentant l'absorption de l'oxigène par le sol, il accroît sa puissance végétative dans un degré proportionnel au renouvellement des surfaces ; il multiplie, en un mot, cette combustion tacite dans laquelle consiste en grande partie l'influence de l'air, qu'on expliquait autrefois si vaguement par les sels qu'on croyait déposés dans la terre ; à cette époque encore près de nous, où la physique, peu avancée encore, et se contentant de ces lueurs hypothétiques qui en constituaient alors toute la théorie, n'avait point acquis, sur la nature de l'air et sur la composition des matières végétales, les connaissances exactes qu'elle possède aujourd'hui.

ARTICLE IX.

Des fonctions des végétaux, ou des phénomènes qu'ils présentent pendant leur vie, et du mécanisme par lequel se forment les composés qui les constituent.

1. Ce qui a été exposé dans les huit articles précédens offre une série de faits sur tous les matériaux qui servent à la formation des végétaux, qui se changent véritablement en leur propre substance, qu'ils ont le pouvoir de convertir en composés ternaires ou quaternaires, et de s'approprier de manière à prendre de l'accroissement. Il me reste à esquisser comment ces élémens divers admis dans les vaisseaux des plantes y sont ou décomposés ou combinés dans un nouvel ordre, par quelles forces ils se convertissent en matières végétales, quels phénomènes accompagnent et annoncent cette conversion; en un mot, en quoi consiste la vie végétale: car il est bien évident qu'un germe étant donné, la vie qu'il reçoit et qui s'entretient jusqu'à l'exercice achevé de tous les phénomènes qui forment la végétation, consiste toute entière dans cette appropriation, cette conversion, cette combinaison compliquée qu'éprouvent les matières premières une fois reçues dans les canaux des plantes.

2. Ce beau mécanisme, qu'on nomme *végétation*, a de tout temps frappé d'admiration les philosophes, et ils ont essayé d'en concevoir les causes et d'en déterminer les effets; mais leurs efforts n'ont pas encore été couronnés d'un succès qui ait répondu à leur vœu. La chimie moderne a ranimé leurs espérances, des routes nouvelles lui sont dues, et l'esquisse que je vais en tracer prouvera que la nouvelle carrière ouverte par ses moyens et sa méthode, quoique bien peu parcourue encore, a levé déja plusieurs difficultés jusqu'ici réputées

insurmontables. Il est nécessaire de concevoir d'abord que les phénomènes de la vie végétale appartiennent si manifestement à une force chimique, qu'il n'y a que cette science qui puisse en expliquer le mécanisme : cette vérité est renfermée dans l'énoncé du problème de la végétation. On peut en effet le considérer comme l'unique question de déterminer comment les machines végétales convertissent les principes qu'elles absorbent comme alimens en ce qu'on appelle leurs matériaux.

3. Il n'y a pas lieu de douter que c'est en exécutant les fonctions dont l'ensemble représente vraiment le cercle de leur vie, que les plantes forment ces composés ; il faut donc voir en quoi consistent ces fonctions, et rechercher leurs rapports avec la formation des composés végétaux. Les fonctions des végétaux sont ou intérieures, quelquefois peu sensibles, de sorte qu'on n'en reconnaît l'existence et qu'on n'en étudie les phénomènes qu'à l'aide de moyens et d'expériences qui ajoutent en quelque manière à la faiblesse de nos sens ; ou bien elles sont extérieures, tombent sous les sens, se manifestent par des phénomènes ou des signes plus ou moins marqués, plus ou moins faciles à reconnaître.

Parmi ces fonctions, les unes s'exercent pendant toute la vie du végétal ; les autres, ou sont périodiques, ou se montrent seulement aux différens âges de la plante, que le plus souvent même elles déterminent. On trouve de suite et dans la série énoncée :

a. Le mouvement de la sève et des liquides ;
b. Leur secrétion ;
c. L'irritabilité ou le mouvement des solides ;
d. La nutrition ;
e. Les transpirations végétales ;
f. L'écoulement des différens sucs ;
g. La direction des parties des plantes ;
h. Le repos périodique ou le sommeil des plantes ;

i. La germination des plantes ;
k. La foliation ;
l. La floraison ;
m. La fructification.

Quelques physiologistes ont compté parmi les fonctions des plantes un plus grand nombre de phénomènes, parce qu'ils les ont considérés comme agriculteurs, etc. ; mais les douze que j'ai énoncés comprennent véritablement tout ce qui se passe dans le cercle de la végétation, et tout ce qui rentre d'ailleurs dans les rapports que je veux faire connaître entre l'analyse chimique végétale et la vie des plantes.

Je vais parcourir avec rapidité chacune de ces fonctions, dont j'ai déja dit un mot au commencement de cette section ; mais je ne les ai décrites alors que comme phénomènes de la vie végétale, et je dois les considérer ici dans leur mécanisme et dans leur résultats intimes, pour faire voir, ou qu'elles sont dues ou qu'elles conduisent à des attractions chimiques.

a. *Mouvement de la sève.*

4. Le mouvement de la sève a lieu de la racine vers le haut de la tige ; et ce liquide, manifestement formé par l'eau que les racines ont absorbée, et qui tient en dissolution les matériaux de la terre ou du sol, éprouve dans ce moment même des changemens chimiques. Il circule avec la sève une proportion plus ou moins considérable d'acide carbonique, qui souvent par la chaleur intérieure des végétaux se dégage de l'eau et se meut dans les trachées de manière à bouillonner sensiblement par les ouvertures ou les trous de tarière faits à l'arbre. L'excédent de cet acide sort par la transpiration végétale ; une grande partie se décompose et fournit du carbone qui s'unit à l'hidrogène et à l'oxigène : de là les mucilages, le corps sucré, le tannin, les acides dissous dans la sève ; de là encore l'extractif qui la colore quelquefois et la rend toujours colorable

par l'oxigène atmosphérique. Souvent ce liquide nourricier entraîne des sels et même des acétites que l'eau a pris à l'engrais du sol, ainsi que des terres et du carbone divisé, provenant de la même source.

5. On a beaucoup fait d'hypothèses sur le mécanisme de cette ascension de la sève. Voici ce qu'il y a de plus simple et de plus vraisemblable. La chaleur du printemps, qui la provoque, dilate les plantes et rappelle leur vie assoupie par les froids de l'hiver; les canaux dilatés éprouvent un vide qui y fait monter le liquide resté dans les tiges, amassé dans les racines, et de proche en proche celui qui mouille la terre où ces racines sont plongées. Ce premier mouvement de la végétation ne se ralentit ou ne s'arrête qu'avec l'abaissement de la température atmosphérique, à quelques degrés seulement au dessus et au dessous de o. C'est encore un problème irrésolu que de savoir si la sève redescend vers la terre par les couches corticales, si cette voie ne lui est ouverte que pendant la nuit; on l'a cru décidé par les bourrelets et les cicatrices, par la sortie de la sève au bord supérieur des entailles. La sève, portée d'abord vers le centre des tiges, s'étend latéralement et le long des prolongemens médullaires pour gagner les couches extérieures, où la dilatation et le vide sont les plus grands. La portion de liquide séveux la plus légère, la plus fluide, la plus raréfiée, la plus éloignée des racines, après avoir déposé la matière solidifiable qu'elle tenait en dissolution, sort en vapeur ou en gouttes par les feuilles. On sait que la force ascensionnelle de la sève va à 13 mètres dans la vigne, d'après Hales; conséquemment au dessus de la hauteur où l'eau est soutenue par le poids de l'air.

6. On conçoit bien que ce mouvement ascensionnel et latéral de la sève et du gaz acide carbonique ou de l'air qui peut également l'accompagner, doit exister dans les liquides divers des végétaux qu'on connaît sous le nom de *sucs propres*, mais que ce second genre de mouvement n'est qu'une

translation lente et bornée en comparaison de celui de la sève, à cause de la moindre abondance de ces sucs, de leur cantonnement dans des ordres de vaisseaux particuliers, de leur adhérence proportionnelle à leur consistance plus forte, et de leur disposition plus prochaine à s'épaissir, à se concréter, à se solidifier. Ces sucs ne sont presque mus que du mouvement léger que la sève leur communique et par la pression latérale qu'elle exerce sur eux. On voit que ce serait abuser des mots et confondre entièrement les idées que de comparer ces mouvemens des liqueurs végétales avec la circulation du sang dans les animaux.

b. *Secrétion.*

7. Quand la sève, liquide nourricier primitif des végétaux, eau chargée de tous les matériaux qu'elle a enlevés au sol plus ou moins engraissé, est arrivée dans les différens points du végétal qui enveloppent les vaisseaux communs, elle se partage aux différens ordres de tissus qu'elle parcourt ou qu'elle avoisine; elle y dépose la substance propre à augmenter l'accroissement de chacun d'eux ou à réparer les pertes continuelles qu'il fait. C'est dans cette séparation, dans ce partage des divers matériaux, tous contenus dans la sève, mais appropriés à chacun des organes vésiculaires où ils se déposent, que consiste la secrétion, dont on ne peut méconnaître l'existence et nier l'influence dans les phénomènes de la végétation.

8. On ne sait pas bien encore sans doute quel est le mécanisme par lequel la sève qui se présente dans ses vaisseaux comme un liquide homogène, donne différens sucs à diverses parties, et se convertit en matériaux souvent opposés les uns aux autres. Le fait étant cependant reconnu certain, il paraît qu'on ne peut admettre pour cause de cette conversion qu'un véritable changement chimique, auquel la structure de chaque genre de cellules, son éloignement du centre de l'arbre, son

rapprochement de la surface aérienne, la température variée président sans doute. On peut prendre une idée de cette fonction chimique en voyant toutes les matières végétales homogènes, dans les opérations de laboratoire faites avec le feu, avec les acides nitrique, muriatique oxigéné, sulfurique, avec les alcalis caustiques, se partager en deux ou trois substances nouvelles et différentes les unes des autres; savoir, en deux acides, en matières huileuses, etc. Je ne doute pas qu'il ne se passe une action chimique entièrement semblable à celle que j'indique dans l'opération de la secrétion végétale. L'acide carbonique, le gaz oxigène, l'influence du calorique et de la lumière qui frappent plus ou moins la sève dans les utricules ou cellules où elle s'arrête, sont vraisemblablement les agens de ces opérations chimiques, dont l'ensemble est compris dans la secrétion.

9. C'est ainsi que je conçois la formation successive de tous les sucs propres, gommeux, sucré, huileux, acerbe, colorant, acide, ainsi que celle des parties solides auxquelles ils donnent naissance par leur concrétion, tels que le corps ligneux, la fécule, le tannin, les résines, les sels concrets, etc. Ainsi se composent par l'action de forces chimiques qui s'emparent des diverses parties de la sève, les matières que j'ai examinées sous le nom de *matériaux immédiats des végétaux*; ainsi se déposent dans les racines, les tiges, les feuilles, les fleurs, les fruits et les semences, les différens matériaux qui les constituent. On peut en voir une légère esquisse dans les altérations spontanées qu'éprouve la sève écoulée spontanément en pleurs, ou retirée par les tarières du tronc des arbres, lorsqu'on l'expose à l'air, dont le contact la colore, la trouble, la précipite, l'alcoolise, l'aigrit, etc.

c. *Irritabilité.*

10. Peu de rapports se présentent au premier aspect entre

la fonction nommée *irritabilité végétale*, et les propriétés chimiques dont j'établis ici l'existence dans les causes et les phénomènes de la végétation. C'est aux physiciens modernes que l'admission de l'irritabilité végétale est due. En voyant les feuilles si mobiles aux plus légers contacts de la sensitive, les mouvemens brusques de la fleur du *dionœa muscipula*, les abaissemens contractiles du feuillage de l'*hedysarum gyrans*, le serrement presque convulsif des étamines de l'épine-vinette et de l'hélianthème irritées par des pointes, et tant d'autres mouvemens qui semblent rapprocher des muscles les parties des plantes dans lesquelles on les observe, les modernes ont pensé qu'il existait dans ces parties une force irritable, semblable à celle des organes du mouvement musculaire dans les animaux.

11. M. Humboldt, en étudiant avec soin ce beau phénomène des végétaux, en a cherché les rapports avec une force ou une cause chimique; il a trouvé des matières qui l'augmentent, qui le renouvellent quand il est affaibli, et d'autres qui l'affaiblissent ou le font cesser. En général, les substances oxigénées et qui donnent facilement leur oxigène, paraissent propres à produire le premier de ces effets, et le second est dû à l'enlèvement de l'oxigène végétal. C'est ainsi, suivant lui, que l'acide muriatique oxigéné favorise et accélère la végétation comme la germination, dans laquelle il admet comme cause principale l'irritabilité du germe. On sait aussi que la lumière et le calorique fortifient cette fonction, et l'on assure que l'opium la détruit en l'employant en dissolution ou en vapeur. Tels sont les faibles données qui commencent à montrer quelques rapports entre les forces irritables végétale et animale. M. Humboldt en a tiré une induction utile à la culture, en prouvant par l'expérience que des semences qui ne germent point ordinairement dans nos climats ni dans nos serres, et qu'on ne pouvait pas par conséquent élever pour nos jardins, ni espérer d'acclimater pour nos campagnes, deviennent sus-

ceptibles de germer quand on les a fait tremper pendant quelques jours dans une lessive faible d'acide muriatique oxigéné. Cette découverte intéressante a déja été mise à profit dans plusieurs jardins de botanique.

d. *Nutrition.*

12. Si l'on a bien saisi les premiers faits chimiques que j'ai décrits sur les changemens qu'éprouve la sève dans ses mouvemens et sur la série des secrétions auxquelles elle donne naissance, il ne me sera pas difficile de prouver que la nutrition végétale et l'accroissement des plantes ne sont que le résultat de combinaisons chimiques, et de faire concevoir comment l'une et l'autre s'exécutent. Il faut remarquer d'abord que la plus grande partie de l'eau qui constitue la sève, s'échappe hors du végétal, mais qu'en se dégageant ainsi elle laisse dans son intérieur les diverses matières solidifiables qu'elle tenait en dissolution. En ajoutant à ce premier fait bien établi, qu'une portion de l'eau paraît être décomposée dans les plantes, et spécialement dans leurs feuilles frappées par les rayons du soleil, que l'acide carbonique est également décomposé dans les organes des végétaux, que dans cette double décomposition la plus grande partie de l'oxigène oxidant la première de ces substances et acidifiant la seconde sort au dehors des plantes, on trouvera pour résidu de ce double effet de l'hidrogène et du carbone, qui s'unissent simultanément à une proportion plus ou moins grande de l'oxigène, et qui, avec les terres, les sels, etc., portés par l'eau, peuvent constituer toutes les matières solides constituant le corps des végétaux.

13. Parmi les matériaux qu'on retrouve dans toutes les substances végétales, il paraît que le lieu particulier qu'ils occupent détermine leur composition particulière. Ainsi, la matière sucrée se forme presque par-tout, le corps ligneux

dans les tiges, la feuille dans les racines tubéreuses, les utricules médullaires, les cotylédons des semences, l'huile fixe presque exclusivement dans ces derniers, le tannin dans les couches ligneuses, le mucilage dans les couches corticales et sous les tuniques des semences, les acides dans les feuilles et la pulpe des fruits, etc. On ne sait point encore, il est vrai, par quelle loi chimique chacun de ces matériaux prend sa composition particulière dans telle ou telle région, dans tel ou tel organe des végétaux : mais il est tout simple que dans le commencement d'une science, il n'existe encore que peu de notions sur un objet aussi neuf. J'ai déja indiqué plus haut que chaque genre d'organe diversement tissu, sa position par rapport à l'air environnant, son éloignement ou son rapprochement du centre, sa température, l'action de l'air intérieur du gaz acide carbonique, la place même qu'occupe la sève relativement à son point de départ et aux altérations qu'elle a déja éprouvées depuis sa formation primitive, fournissaient à la théorie moderne assez de données pour lui permettre d'entrevoir au moins l'époque où, pourvue d'expériences et de recherches tentées suivant les nouvelles vues qu'elle suggère, elle parviendra à donner une explication simple et lumineuse de ce qui paraît encore un mystère.

14. Quoique le mécanisme de la formation particulière des divers matériaux des végétaux soit encore couvert d'un voile épais, la chimie offre déja quelques résultats assez exacts sur l'accroissement et la nutrition des plantes, dus aux changemens successifs de ces matériaux. Elle ne se contente plus, comme autrefois, de présenter cet accroissement sous l'aspect vague et presque insignifiant de la solidification et de l'épaississement des liquides ; elle montre la sève, devenue suc propre porté par les prolongemens médullaires jusque sous l'écorce, augmenter d'une part l'épaisseur des couches corticales par une addition successive de matière qui s'y épaissit ; et consolider de l'autre les couches corticales formées les der-

nières à l'aide de la viscosité, de l'épaisissement et de la plasticité végétale qu'elle a prise. Elle prouve que cette consolidation est due au rapprochement des molécules de carbone, légèrement hidrogéné, opéré par la fixation de l'oxigène: elle fait voir qu'une variation dans la proportion de l'un ou de l'autre de ces principes, ainsi que dans celle de la terre et des sels fossiles qui les accompagnent, forment en même temps que le bois, le tannin, la matière colorante, l'extractif: elle montre la substance muqueuse, la matière sucrée, la fécule amilacée délayées d'abord dans une liqueur aqueuse, qui les tient en mucilage, en miel liquide, en lait plus ou moins épais, prenant leur forme solide par l'évaporation de l'eau, due à l'air ou à la succion de bouches nombreuses qui portent ce superflu aqueux jusqu'aux pores intérieurs et transpiratoires dont les feuilles sont perforées. Elle apprend que la substance subérale que forme le tissu inorganique et souvent papiracé de l'écorce, acquiert la sécheresse cassante ou la souplesse élastique, et sa demi-transparence par le desséchement d'un suc visqueux étendu en couches minces à l'extérieur du végétal, et modifié par le contact de l'air, par l'action du calorique et de la lumière. Elle explique comment une huile volatile ou une huile fixe, poussées au dehors des plantes et mises ainsi en surfaces étalées dans l'air, deviennent, la première une résine en perdant de l'hidrogène, et la seconde une cire en absorbant de l'oxigène; en un mot, elle commence à pénétrer beaucoup plus avant dans l'explication des différens phénomènes relatifs à l'accroissement et à la nutrition des plantes, qu'on n'aurait osé l'espérer il y a quelques années; et elle présage ce qu'elle pourra faire un jour dans cette belle et utile partie des connaissances humaines.

c. *Ecoulement.*

15. Je désigne par le mot *écoulement* la sortie spontanée

de liquides de la surface des végétaux ; c'est proprement une excrétion végétale. On voit ainsi couler la sève très-liquide et presque aqueuse des extrémités des branches et des aisselles de la vigne, du bouleau, etc. ; le mucilage fade et gommeux des fissures de l'écorce et des pédoncules des fruits de l'amandier, du pêcher, de l'abricotier, du prunier et de tous les arbres dont les fruits ont des noyaux ; le suc huileux volatil ou l'essence résineuse des pins, des mélèses et de tous les arbres verts et résineux ; le suc mielleux et sucré du fond des pétales et dans les nectaires d'un grand nombre de fleurs et de la surface supérieure des feuilles du frêne, de l'orme, du tilleul. Quelques sucs gluans, gommo-résineux, ou de la nature de la glu, coulent aussi et se répandent en enduits glutineux sur les jeunes pousses de l'*acaciaviscosa*, etc. Enfin, l'huile fixe elle-même transsude en gouttelettes très-fines à la surface de plusieurs fruits, spécialement ceux des myricas, des crotons, de quelques arbres de la famille des lauriers : elle prend peu à peu à l'air le caractère de la cire.

16. On voit bien manifestement dans ces différens genres d'écoulement le produit d'un trop plein, d'une pléthore qui gonfle et déchire les vaisseaux, ou qui distend et ouvre les cellules, ou enfin qui sort par l'extrémité des canaux remplis : c'est une évacuation occasionnée par la surabondance du suc séveux alimentaire ou des sucs propres. Dans ce dernier cas, elle tient la place d'une sorte de flux morbifique et presque critique, qui a beaucoup d'utilité pour les plantes dans lesquelles il a lieu. Le résultat de cette secrétion est la sortie de quelques-uns des matériaux immédiats des végétaux, semblables à ceux qu'on en retire, soit par des moyens mécaniques, soit par des procédés chimiques : il fait voir que l'art dans les opérations qu'il emploie pour extraire ces matériaux, ne leur fait subir aucune altération, les obtient tels qu'ils existaient dans le végétal, et peut compter autant sur les produits qu'il se procure que sur ceux que la nature lui fournit.

17. J'ai fait voir ailleurs que l'homme imitait ce procédé de la nature en blessant ou perçant les plantes et les arbres, et en augmentant ainsi l'écoulement de matières qui sont très-utiles par leurs propriétés dans les arts. C'est ainsi qu'on se procure le suc sucré de l'érable, de la canne à sucre, des palmiers, l'huile résineuse des pins, des sapins, le suc gommo-résineux d'une foule de plantes, et sur-tout des ombellifères, le suc extracto-résineux du pavot, des euphorbes, etc. C'est encore par une mécanique semblable que la piqûre d'un grand nombre d'insectes qui soulèvent l'épiderme des feuilles, des pétioles, des tiges de beaucoup d'arbres, fait naître une cavité artificielle qui se remplit de plusieurs sucs différens, et sur-tout du liquide astringent et très-concrescible d'où l'on retire l'acide gallique, etc. Souvent, à la vérité, dans ce dernier cas, une matière animale donnée par les insectes, celles de leurs dépouilles, de leurs œufs et de leurs excrémens, se mêle avec la substance végétale, et modifie le caractère comme les propriétés chimiques du parenchyme des galles produites par ces piqûres.

f. *Transpiration.*

18. Quoiqu'il y ait encore beaucoup de faits à vérifier ou à trouver sur la transpiration végétale, c'est une des fonctions les plus connues, et qui fournit le plus de lumières à la végétation. Woodward, Hales, Bonnet, Duhamel, Saint-Martin de Vienne, le citoyen Sennebier de Genève, s'en sont occupés avec des soins particuliers et une sagacité très-recommandable. Leurs résultats, sans avoir ce rapport précis qu'il est impossible de trouver dans une partie aussi délicate de la physique, sont cependant assez semblables dans leurs généralités, pour qu'ils ne laissent aucun doute fondé sur les vérités que ces auteurs ont consignées dans leurs ouvrages. On verra sur-tout, par l'exposition de ces principaux résultats, qu'ils sont très-propres à s'accorder avec les données de la chimie moderne, et que celles-ci en fournissent une explication lumineuse.

19. On sait depuis long-temps que quand on enferme un végétal ou une branche vivante sous un récipient, les parois de celui-ci se couvrent de gouttelettes de liquide aqueux, tandis que la plante perd une portion de son poids. Le végétal privé de la vie présente bien une partie de ce phénomène, mais avec deux différences; la première, c'est qu'à mesure que de l'eau sort en vapeur de sa surface, il se dessèche et se flétrit, tandis que celui qui est vivant conserve sa fraîcheur et sa vie; la seconde, c'est que ce dernier continue à fournir ce produit aqueux, tandis que le végétal mort s'épuise très-promptement et n'en donne que pendant un temps déterminé par la sécheresse qu'il prend. On voit donc que dans ce dernier cas c'est une simple évaporation due à un reste de vie, et sur-tout à l'action seule de l'air environnant; tandis que dans le végétal vivant il y a une action intérieure qui entretient cette fonction à laquelle l'air extérieur ne contribue que pour une partie du phénomène qui sera bientôt apprécié.

20. On peut mesurer la transpiration d'un végétal et recueillir les produits qu'elle fournit, si on enferme le végétal transparent dans un ballon. C'est ainsi que Hales a reconnu qu'un soleil de près d'un mètre de hauteur perdait près d'un kilogramme de transpiration en douze heures, et transpirait dix-sept fois plus qu'un homme. L'humidité du terrain occupé par la plante contribue beaucoup à l'entretien de cette fonction; plus la terre contient d'eau, plus il en sort par la surface du végétal. La proportion de cette surface y influe encore beaucoup; et comme c'est par ses feuilles seulement que cette transpiration a lieu, il est évident qu'il faut mesurer l'espace qu'elles occupent pour saisir son rapport avec la quantité de cette évacuation : on trouve toujours ces deux mesures en raison directe l'une de l'autre. Quand on enlève les feuilles d'un végétal, on diminue donc extrêmement la végétation en arrêtant sa transpiration, et cela peut aller jusqu'à la mort de l'individu. On voit ici que le principal usage des feuilles

est l'exercice de cette fonction, et que leur multiplicité prouve de quelle importance la transpiration est pour le végétal.

21. Il y un rapport direct entre la transpiration du végétal et la succion qu'il exerce par ses racines. L'un de ces phénomènes suit l'autre si exactement, qu'il y a lieu de penser qu'ils sont mutuellement dépendans, et que le mécanisme du mouvement du fluide séveux dans les végétaux suit très-régulièrement ce rapport mutuel des deux fonctions. C'est la transpiration qui en emportant dans l'air, sous la forme de vapeur, la plus grande partie de l'eau qui se porte du tronc aux branches, de celles-ci aux rameaux, et des rameaux dans l'épanouissement des feuilles, vide sans discontinuité les vaisseaux de la plante, et y appelle sans cesse un nouveau liquide pour remplacer celui qui s'évapore. Hales a trouvé dans ses ingénieuses expériences que la surface des feuilles étant onze fois plus considérable que celle des racines, il était nécessaire que l'eau passât onze fois plus vîte dans celles-ci que dans les premières.

22. Le contact de la lumière et de l'air chaud est nécessaire pour l'entretien de la transpiration végétale. Quand on intercepte le premier suivant les expériences du citoyen Sennebier, par un linge ou un papier, la transpiration est notablement diminuée; les vents chauds et secs la favorisent singulièrement : elle n'a presque pas lieu pendant la nuit. On trouve même qu'alors les plantes augmentent de poids et s'imbibent de l'eau précipitée de l'atmosphère. C'est dans le printemps et le commencement de l'été qu'elle est la plus forte. Dans l'automne, les feuilles durcies, desséchées et prêtes de tomber, n'en exercent plus la fonction; et c'est aussi à cette époque que son produit ou son utilité est la moins essentielle, puisque la plante a rempli déja presque toute sa destinée au moins annuelle.

23. En comparant la quantité d'eau qui sort par la transpi-

ration à celle qui entre par les racines, on reconnaît qu'il n'en reste que très-peu dans l'intérieur des plantes ; cependant, cette portion qui en reste suffit à la nourriture et se partage elle-même, soit en se fixant sans se décomposer dans les matériaux immédiats qu'elle délaie, soit en se décomposant de manière à fournir l'hidrogène nécessaire à la composition de ces matériaux, sur-tout des sucs huileux, et l'oxigène propre à porter à l'état d'oxides ou d'acides la plupart des mêmes matériaux. Un troisième usage de cette eau dans la portion qui s'évapore, c'est de laisser dans les végétaux qu'elle traverse, la plus grande partie des terres, des sels et des diverses matières qu'elle transporte des engrais dans l'intérieur même des plantes ; car on conçoit qu'alors en s'échappant en vapeur, elle se comporte, à l'égard des principes qu'elle tenait en dissolution, absolument comme de l'eau qui s'évapore dans des opérations chimiques.

24. L'eau qui sort en vapeur de la surface des feuilles, et qui forme une partie de leur transpiration, n'est pas exactement de l'eau pure, comme l'atteste l'odeur des plantes qu'elle transporte au dehors de leur tissu. Le citoyen Sennebier s'est assuré, en en recueillant plusieurs kilogrammes dans des appareils convenables et en l'évaporant, qu'elle contenait quelques atomes de matière extracto-résineuse, de carbonate et de sulfate de chaux ; et il a reconnu ces quatre substances par l'action successive de l'eau, de l'alcool et des acides sur le résidu de son évaporation ; il paraît aussi qu'une petite partie de matière sucrée ou mielleuse est emportée par cette eau de transpiration, et que c'est à cette petite partie qu'il faut attribuer cet enduit léger, grisâtre et doux, qui couvre les feuilles après une forte transpiration, et qu'on connaît sous le nom de *miellée ;* quelquefois elle est si abondante, qu'elle forme une poussière dans l'air autour des arbres qui ont éprouvé cette excessive transpiration dans les grandes chaleurs du commencement de l'été.

25. M. Hedwig, dans sa physiologie cryptogamique, a décrit les vaisseaux des feuilles qui donnent passage à leur transpiration. Ils sont placés sous l'épiderme des feuilles, et y forment un réseau dont les mailles sont bien visibles lorsqu'on observe cet épiderme humide au microscope. Il croit que plusieurs de ces vaisseaux, au nombre de 4 à 5, s'ouvrent dans chaque pore rond ou ovale, dont il assure que l'épiderme des feuilles est percé. Mais le citoyen Saussure, qui a fait des recherches d'une grande finesse sur l'épiderme des feuilles, n'a jamais pu apercevoir les pores indiqués par M. Hedwig. Il y a lieu de croire qu'au lieu de trous, l'épiderme se replie dans les cavités des vaisseaux transpiratoires. On voit assez distinctement avec une forte loupe les extrémités de ces vaisseaux, qui forment de petites saillies ou des espèces de tubercules arrondis sur la surface supérieure des feuilles.

26. La transpiration ou la vapeur invisible qui sort des feuilles et qui forme une évacuation, une excrétion si considérable des végétaux, ne consiste pas seulement dans l'eau dont j'ai parlé jusqu'ici. Une partie de cette vapeur est formée par le gaz oxigène provenant manifestement ou de l'eau ou de l'acide carbonique, et peut-être de ces deux corps décomposés à la fois dans les végétaux. La sortie de ce gaz est un des besoins principaux du mécanisme de la végétation; elle annonce et produit sans doute la santé et la vigueur de ces êtres. Elle répand dans l'atmosphère, qu'elle renouvelle toujours, la portion de gaz oxigène destinée à réparer sans cesse celle qui est absorbée par les combustions si nombreuses qui se font à la surface du globe. C'est notamment à la sortie de ce gaz, uni peut-être avec l'eau vaporeuse et transpiratoire, qu'est nécessaire le contact de la lumière annoncé déja plus haut comme si favorable à la transpiration. En même temps il sort des végétaux, ou au moins il se forme immédiatement à leur surface transpirante, une quantité assez notable de gaz

acide carbonique. On remarque ici que ces trois matériaux de la transpiration végétale, l'eau, l'acide carbonique et le gaz oxigène, sont de nature à être absorbés par la terre : de sorte qu'il s'établit ainsi une de ces circulations continuelles qui, en ménageant les matériaux primitifs nécessaires aux compositions compliquées, montrent cette sage et riche économie de la nature dont on admire tant d'exemples en étudiant ses phénomènes.

g. *Direction.*

27. Quoique le phénomène que je nomme ici *direction* avec plusieurs physiciens modernes, soit plutôt un des résultats d'une fonction qu'une fonction véritable, on en connaît encore si peu la source ou la cause, quoiqu'il soit extrêmement important d'en constater l'existence et les effets, qu'on doit la traiter comme si elle constituait une fonction toute entière ; puisque d'ailleurs on ne sait point à quelle fonction générale la rapporter. J'appelle direction la propriété ou la puissance vivante par laquelle chaque partie du végétal suit une route ou se dirige, suivant une loi particulière, à la nature, à la position respective ou au besoin de chacune de ces parties. Ainsi l'on a remarqué que la radicule sortie des semences germées se portait toujours dans la terre, et la plumule dans l'air ; que les branches s'écartaient et s'élevaient pour jouir du contact de la lumière et de l'air ; que les feuilles se plaçaient de manière à occuper toutes une place particulière dans l'atmosphère : de sorte que leur surface luisante était à la partie supérieure, et celle qui est matte à la partie inférieure ; que les fleurs se tournaient vers la lumière et le soleil ; que les jeunes branches ou rameaux se réfléchissaient vers l'eau, etc.

28. Cette direction est si constante et si nécessaire aux végétaux, que les parties qui la présentent surmontent tous les

obstacles qu'on y oppose, comme l'ont prouvé les expériences de Duhamel, de Bonnet et du citoyen Sennebier. Les graines placées en apparence le plus défavorablement, de sorte que la radicule sorte vers le haut et la plumule vers le bas, se montrent au bout de quelques jours, la première se recourbant pour gagner la terre, et la seconde se relevant pour occuper l'air. Les plantes courbées d'abord vers la lumière, puis retournées, changent bientôt cette direction; les branches penchées vers la terre à l'aide de poids ou de cordes, se redressent et remontent vers le ciel. Les feuilles tournées et maintenues renversées sur leurs pétioles, se replacent d'elles-mêmes dans leur position primitive; et la gêne qu'on impose artificiellement à toutes ces parties est bientôt détruite par la force naturelle qui tend à diriger chacune d'elles dans leur position respective et particulière à chacune.

29. On a beaucoup écrit et imaginé plusieurs hypothèses sur la cause de ce mouvement. Quelques physiologistes ont admis pour l'expliquer une espèce de sensibilité dans les organes des plantes; on ne peut tout au plus y admettre que l'irritabilité dont il a déja été question. Mais il faut de plus reconnaître une cause, un stimulant dans cet effet; on l'a cherché dans l'action de l'eau, de l'air, de la lumière, de la chaleur, du soleil, et dans un certain rapport entre ces corps et chacune des parties du végétal. Sans doute ces substances ont une influence directe, et qu'on ne saurait nier, sur la direction que prennent les diverses parties des plantes, puisqu'on voit cette direction être la suite du contact ou de la présence de chacun de ces corps extérieurs. Mais comment agissent-elles pour produire cet effet? sur quel organe portent-elles leur impression? Quels changemens y font-elles naître, et comment s'opèrent ces changemens dont telle ou telle direction est le résultat?

30. On ne trouve une cause suffisante de ces effets ni dans l'imbibition de l'eau et dans la dilatation qui en est la suite, ni

dans le desséchement et l'évaporation opérés plus fortement sur un point que sur un autre, ni dans une attraction supposée entre tel organe et tel corps vers lequel il se porte ou s'infléchit. Mais en réfléchissant que toute direction quelconque des parties d'un végétal est la suite d'un mouvement, que celui-ci suppose toujours un raccourcissement de quelques fibres en même temps qu'une dilatation de celles qui leur sont opposées, on reconnaîtra qu'il y a une action stimulante qui se rapproche singulièrement de ce qu'on observe dans l'irritabilité des animaux, mais qu'elle en diffère en ce que son effet est permanent, et laisse la partie végétale dans un état constant de contraction qui devient une sorte d'habitude et la position continuelle de chacune de ces parties. On ne peut rien trouver encore de plus vraisemblable que cette explication.

h. *Sommeil.*

31. Il y a deux espèces de sommeil dans les plantes : l'un, semblable sous certains rapports à celui des animaux, a lieu pendant la nuit et revient périodiquement à chaque journée ; l'autre, plus long, plus permanent, a lieu pendant une saison toute entière, celle de l'hiver, et est nommé *hivernation*. On suppose que pendant la nuit toutes les plantes éprouvent un changement quelconque, qu'elles ne sont pas dans le même état que pendant le jour, et on en juge par quelques-unes, dans lesquelles les feuilles sont pliées les unes contre les autres, et souvent rapprochées ou serrées contre la tige et les fleurs fermées. On croit communément que l'absence de la lumière, au retour de laquelle ces mêmes plantes semblent être sensibles par le développement de leurs feuilles et l'épanouissement de leurs fleurs, est la cause de cette espèce de contraction, et que c'est à l'évaporation d'un fluide qu'elle opère par sa présence, qu'il faut attribuer une sorte d'épuisement d'où naît le sommeil.

32. On peut douter que le même effet se produise dans toutes les plantes, et qu'elles éprouvent un sommeil semblable à celui qu'on observe dans la sensitive ; mais il paraît certain que, chez toutes, les fonctions qu'elles exercent pendant le jour, offrent pendant la nuit des modifications et des différences qui y constituent l'espèce d'état qu'on en regarde comme le sommeil. Ainsi la transpiration et la sortie de l'eau et des gaz par les feuilles s'arrêtent pendant la nuit, la succion par les feuilles est très-diminuée ou totalement anéantie ; les plantes, loin de perdre de leur poids, augmentent un peu, soit par l'imbibition de l'eau précipitée de l'air, soit par l'absorption, qui se continue en partie par leurs racines. La privation du contact de la lumière, qui a tant d'influence dans la transpiration, est la cause unique de ce changement d'état.

33. Quant à la saison de l'hiver et au sommeil que les végétaux subissent pendant cette saison, on observe d'abord qu'il n'a lieu que dans les plantes qui vivent plus d'un an, et dont la durée varie depuis deux ans jusqu'à plusieurs centaines d'années. Pendant ce repos, le végétal, privé de ses feuilles et réduit à ses tiges et aux boutons qui les garnissent, offre l'image de la mort apparente ; quoique comparé au bois mort, son aspect seul offre cependant des différences très-sensibles. La sève n'y existe point dans le tronc et les branches ; il n'éprouve plus de transpiration ; il résiste toutefois à la rigueur des gelées jusqu'à une certaine limite : et tandis que l'eau se congèle autour de lui, la portion qu'il en contient se conserve liquide, en raison de sa température intérieure et de la portion de vie qui l'anime. Il ne se fait pas de changement sensible dans le végétal endormi ; le seul effet de sa vie se borne dans ce temps à l'entretien et au grossissement très-lent des boutons à feuilles et à fleurs qui couvrent tous les points d'où les uns et les autres doivent sortir. La forme, la position et la structure de ces boutons peuvent encore servir au botaniste de moyens ou de caractères de reconnaissance, ou-

tre l'aspect du tronc ou des branches. La racine conserve seule une activité plus grande ; elle est plus succulente et plus grosse que le reste de la plante.

34. Tous les effets du sommeil de l'hiver sont manifestement produits par l'abaissement de température. Le refroidissement extérieur laisse les fibres et les parois des vaisseaux des plantes se resserrer ou se presser sur elles-mêmes. Les organes de la transpiration n'existent plus ; l'évacuation des vapeurs n'ayant plus lieu, l'ascension de la sève est elle-même interrompue. La partie solide ou les supports du végétal restent dans un état de repos, d'inertie et de permanence inactive, d'où résulte l'absence de tout changement chimique notable dans sa continuité, et conséquemment la cessation d'accroissement. Il s'en fait seulement un léger dans les boutons, où la petite quantité de liquide épais qui reste dans les vaisseaux se porte et se concentre de manière à grossir peu à peu ces germes, et à en amener lentement le développement et la sortie aux premiers accroissemens de la chaleur atmosphérique. Les choses se passent un peu différemment dans les arbres verts qui conservent leurs feuilles pendant l'hiver, et qui, dans les sucs résineux dont ils sont abreuvés, tandis que la transpiration y est très-faible dans toutes les saisons, renferment assez de calorique pour les préserver de la rigueur des froids, et y entretenir un reste de mouvement et de vie toujours beaucoup moins considérable que dans la saison chaude. Au reste, cette différence de sommeil ou plutôt de l'espèce d'insomnie naturelle des arbres verts et qui ne perdent point leurs feuilles, demande encore à être étudiée et peut être la source de nouvelles découvertes.

i. *Germination.*

35. La germination des graines ou le phénomène par lequel le germe contenu dans une semence se développe et devient une véritable plante dont la racine se plonge dans la terre et la

tige s'élève en l'air, est un des phénomènes les plus admirables et les plus étonnans que présente la physique végétale. C'est un spectacle étonnant pour le philosophe comme pour l'homme le moins éclairé, sur-tout quand on compare la frêle existence de la graine avec le grand arbre auquel elle donne naissance. Aussi ce phénomène a-t-il occupé à presque toutes les époques les plus grands physiciens, et leurs travaux successifs sont-ils parvenus à soulever le voile que la nature a jeté sur l'une des plus mystérieuses de ses opérations. Malpighi et Grew ont les premiers décrit avec soin la structure des graines, et observé les circonstances de leur germination. Le premier tableau que Malpighi en a tracé sur la semence d'une cucurbitacée est un des plus beaux monumens de la physique végétale. Grew a fait connaître le rapport des cotylédons avec la radicule, et la continuité de celle-ci avec la plumule. Homberg a vu en 1693 que la germination ne s'opère que dans le vide. Ray, Ledermuller, Adanson, Bonnet, Bierkander, Ludwig, Krafft, Bohmer en ont observé la plupart des phénomènes les plus remarquables. MM. Achard, Ingenhousz et Sennebier en ont étudié les causes depuis les nouvelles découvertes chimiques, et les ont liées avec les données de la chimie moderne.

36. La graine végétale, formée d'un ou deux cotylédons, de la radicule qui communique avec eux par des vaisseaux, de la plumule continue avec la radicule, recouverte de deux tuniques, l'extérieure solide et dure, souvent cornée, quelquefois ligneuse, l'intérieure plus mince, repliée en dedans et enveloppant l'embryon bien conformé et parvenu au point de maturité, jouit de la propriété de germer, et la conserve quelquefois très-long-temps. Chaque graine a son temps et son époque pour germer depuis un jour, comme certaines graminées, jusqu'à plusieurs années, comme la noisette. On peut cependant hâter cette fonction par divers moyens, spécialement par l'action de l'acide muriatique oxigéné, comme l'a

prouvé M. Humboldt, qui a proposé ce moyen simple pour faire lever, dans les trous des jardins de botanique, des graines dont on n'a pas pu encore obtenir jusqu'ici la germination. Tout le monde sait que c'est dans la terre que les graines germent ; cependant il en est quelques-unes qui germent dans l'eau ou dans l'air humide. On les fait aussi lever sur des éponges, de la filasse, de la mousse, etc. Tous les organes de la graine et toute leur intégrité sont requis pour le succès de la germination ; l'enlèvement des cotylédons la rend impossible.

37. L'enfouissement des graines dans la terre demande à être fait à une profondeur en quelque sorte déterminée, pour que la germination réussisse. Placées trop avant, les graines ne germent pas ; à la surface, et lorsque la cicatricule n'est pas recouverte de terre, il n'y a pas plus de germination. La connaissance de toutes les conditions nécessaires à la germination expliquera la nécessité de cette disposition bien constatée par des expériences.

Il faut que l'air soit en contact avec la graine pour que la germination ait lieu ; et quand les graines sont trop profondément enterrées, l'air ne peut pénétrer le sol, qui doit d'ailleurs être très-meuble pour donner passage à ce fluide. La présence du gaz oxigène est indispensablement nécessaire ; les graines ne lèvent point dans le gaz azote et dans le gaz hidrogène ; elles lèvent si on ajoute à ces gaz une certaine proportion de gaz oxigène. L'eau n'est pas moins nécessaire à la germination ; celle qui est aérée la favorise beaucoup plus que l'eau bouillie ; en y ajoutant un peu d'acide muriatique oxigéné, elle est accélérée. On n'a pas de preuve directe de l'influence de l'électricité sur cette fonction, quoiqu'elle ait été admise par quelques physiciens.

38. Une élévation de température plus ou moins grande, ou une quantité plus ou moins considérable de calorique libre, est une des conditions les plus essentielles de la germination.

On ne connaît pas de germination au dessous de la température de la glace ni au o du thermomètre : elle ne commence, au moins pour les plantes dont les graines sont connues, car on ne sait rien sur les germes des cryptogames, qu'à six ou huit degrés du thermomètre. Mais la proportion de la température varie singulièrement suivant les différences des graines. En général, une température qui excède 20 degrés du thermomètre de Réaumur favorise et accélère la germination des semences qui sont susceptibles de l'éprouver à une température plus basse : le contact de la lumière ralentit ou empêche tout à fait la germination, qui a constamment lieu dans l'obscurité. Aussi une graine bien constituée, bien mûre, bien intègre dans son organisation, confiée à la terre humide où elle plonge entièrement, enfoncée à une légère profondeur, assez pour être privée de la lumière et pour laisser passer l'air, humectée d'une suffisante quantité d'eau, exposée à une température plus ou moins élevée suivant sa nature particulière, éprouve la germination, et donne, dans un temps déterminé, naissance à une plante toute semblable à celle qui l'a formée.

39. Quand toutes les conditions dont il vient d'être parlé sont réunies, la graine commence quelquefois, en quelques heures, par s'humecter dans ses tuniques par l'eau qui les pénètre, dans ses cotylédons qui se renflent et se ramollissent; la cicatricule s'élargit et s'ouvre, les tuniques se déchirent, la radicule sort et présente un petit bouton saillant qui s'alonge bientôt; la substance des cotylédons est alors remplie d'une pulpe ou bouillie laiteuse, d'une saveur douceâtre sucrée. Bientôt la plumule sort et présente le dos courbé de sa tige à travers les membranes fendues; elle se déroule et s'élève en tendant vers la surface de la terre; la radicule se prolonge de son côté, ses boutons s'étendent et se chargent de petits filets. L'une et l'autre de ces deux parties suivent constamment cette direction, et se recourbent de diverses manières

pour la prendre, quelle que soit la position de la semence. La plumule, renforcée blanche encore et vraiment étiolée, perce au bout d'un temps plus ou moins long la surface de la terre, en poussant devant elle les cotylédons, auxquels elle est encore adhérente, et qui une fois plongés dans l'air s'écartent l'un de l'autre, se montrent en feuilles seminales, et laissent voir, entre leurs parenchymes flétris et diminués d'épaisseur, la jeune plante dont la pointe commence à passer du jaune au vert : bientôt les cotylédons desséchés se séparent, et tombent quand ils ne sont plus nécessaires à sa nourriture. Dans les monocotylédons, la graine sort et est portée latéralement par la feuille roulée en cornet ou alongée en languette qui s'élance dans l'air.

4o. Ces phénomènes annoncent que l'eau qui a passé à travers les tuniques a gonflé les lobes ou cotylédons, en a ramolli et délayé le parenchyme, en a formé une espèce de lait qui, porté dans la radicule par les vaisseaux de communication entre ces deux parties, l'a étendue, développée, alongée, de manière qu'elle s'est prolongée au dehors de la graine. Cette radicule une fois gonflée et distendue dans son tissu intérieur par le lait des lobes nourriciers, envoie à la plumule, dont les canaux se dilatent par la chaleur, la nourriture laiteuse qu'elle a reçue ; et la plumule injectée, en quelque sorte, par ce liquide alimentaire, s'est déroulée : tous ses vaisseaux, gorgés de suc, se gonflent, et montrent sur les feuilles des côtes ou nervures saillantes. Cet effet de la nutrition, très-rapide dans ce premier temps de la vie végétale, soulève et alonge promptement la plumule, qui devient une plante. La radicule lui fournit ainsi le lait végétal qu'elle tire des lobes jusqu'à ce que ses filets accrus forment une quantité de bouches assez grandes et assez actives pour pomper dans la terre les sucs que celle-ci leur offre. Alors la jeune plante, soutenue jusque-là par la propre substance des cotylédons, commençant, lorsqu'elle s'est élancée dans l'air, à

recevoir l'influence de la lumière et de la chaleur atmosphérique, transpire abondamment, et force ainsi la radicule à lui fournir de la terre le liquide dont elle a besoin pour croître. A cette époque, les cotylédons épuisés deviennent inutiles et tombent ; la plante vit par ses propres forces.

41. Tous ces effets sont accompagnés de changemens chimiques qui les produisent : la matière féculente farineuse, en même temps plus ou moins huileuse des lobes ou cotylédons, délayée par l'eau que lui donnent les tuniques, forme une émulsion particulière qui, par la chaleur, éprouve une véritable fermentation ; il s'y forme une matière sucrée, dont la saveur bien marquée des graines germées, sur-tout des céréales, atteste la présence : cette matière contribue à nourrir la jeune plante ; elle est bientôt changée en sève et dans la propre substance végétale ; sa fermentation est accompagnée de la formation d'une certaine quantité d'acide carbonique qui se décompose dans la jeune plante dès l'instant qu'elle est frappée par la lumière, et qui lui fournit son carbone, premier principe de sa solidité naissante. Ainsi, c'est par une puissance, une action chimique facile à reconnaître et à déterminer d'après les phénomènes bien observés, que la germination s'exécute ; et l'organisme ne joue son rôle, le principe de la vie ne s'établit dans le végétal que d'après l'absorption de l'eau et du calorique, la dissolution émulsive des cotylédons, la formation d'une matière muscoso-sucrée, celle de l'acide carbonique, dont la première impression sur la force végétale de la plante commence à y développer cette irritabilité qui s'accroît avec elle. Cette explication simple et naturelle de la germination annonce sans doute un premier pas fait dans la physique végétale au moyen des lumières de la chimie ; mais il en reste encore beaucoup d'autres qu'on peut attendre des nouveaux progrès de cette dernière science.

k. *Foliation.*

42. La foliation, nommée aussi *feuillaison*, est le phénomène par lequel les feuilles se développent et s'étendent dans l'air, soit à une certaine époque de la végétation dans les plantes annuelles, soit à une époque de chaque année dans les végétaux vivans. Cette éruption des feuilles est une des grandes fonctions des plantes, puisque ce genre d'organes joue, comme on l'a vu, un si grand rôle dans la vie végétale. C'est une seconde germination en quelque sorte ; c'est la formation d'une partie qui complète l'organisme nécessaire à l'entretien de ces êtres. Il en résulte une multiplication, une extension de surfaces, qui établissent entre les plantes et l'air une communication dont la forte végétation et toutes les fonctions qui la suivent sont le produit important. Les feuilles existent d'abord toutes formées, mais très-petites et très-plissées, dans des boutons d'une forme et d'une structure particulières ; à une température qui est au moins de 10 degrés pour la plupart des plantes, et à l'aide du contact de la lumière, les bourgeons s'ouvrent par l'écartement des écailles qui les enveloppaient, et les feuilles s'étendent dans l'air.

43. L'ouverture des bourgeons et l'écartement des écailles sont manifestement dus au mouvement de la sève qui gonfle et distend leurs vaisseaux, ainsi que ceux des feuilles. Ces bourgeons, pendant le sommeil de l'hivernation, ont d'abord crû très-lentement. Les feuilles injectées par la sève poussée ou imbibée d'abord de proche en proche, en prenant au printemps un accroissement plus grand, poussent et écartent les écailles qui les tenaient séparées et enveloppées ; bientôt elles s'alongent dans leur pétiole, et s'élancent avec rapidité dans l'air avec lequel elles entretiennent un vaste contact : dès-lors la condition du végétal change singulièrement. La feuille épanouie se colore d'abord d'un vert tendre et encore

jaunâtre; elle est remplie d'un suc muqueux, gluant, peu sapide; quand on la froisse entre les doigts, elle les colle et les invisque. Cette nature mucilagineuse ne dure que quelques jours; la feuille en se développant davantage perd cette humeur gluante. A mesure que sa couleur se fonce, son parenchyme et l'humeur moins abondante deviennent amers, âcres, acerbes, combustibles, extractifs ou aromatiques, prennent en un mot un autre caractère chimique.

44. Ces changemens successifs qui s'opèrent dans les feuilles en même temps que le végétal croît, transpire, décompose l'eau et l'acide carbonique dans ses organes, sont les preuves irrécusables qu'il se passe dans leurs vaisseaux, et sur-tout dans leurs utricules, un effet chimique, une suite de décompositions et de combinaisons diverses qui donnent naissance aux différences de saveur, d'odeur, de consistance, de couleur, qu'on remarque dans leur tissu depuis le premier temps de la foliation jusqu'au terme des fonctions de ces feuilles. Il est même vraisemblable que, de tous les organes des végétaux, les feuilles sont ceux où les attractions chimiques et les mutations qui en sont le résultat s'exercent avec le plus d'énergie, puisque ces organes, avec des vaisseaux nombreux et très-écartés, offrent, dans les réseaux qu'ils forment, un tissu pulpeux, médullaire ou utriculaire, très-propre à ces effets, en raison de l'espace et du séjour qu'ils permettent de prendre aux humeurs dont ce tissu est arrosé.

45. Les feuilles présentent à l'observateur une époque aussi remarquable encore que celle de leur éruption, lorsqu'elles ont rempli les fonctions auxquelles la nature les a consacrées. Leur couleur, d'un vert plus ou moins foncé, pâlit et se dissipe peu à peu; elle tourne au jaune ou au fauve, soit dans toute leur continuité à la fois, soit dans quelques-unes de leurs parties. Elles perdent leur épaisseur et s'amincissent; leur fraîcheur et leur verdeur disparaissent; elles se foncent et se flétrissent. Bientôt après ces changemens, leur support

resserré, rapetissé et desséché, quitte la partie des branches où il était adhérent, et en tombant il entraîne avec lui la feuille déja morte depuis quelque temps. Il n'est presque pas nécessaire de faire remarquer que ce phénomène de défoliation est accompagné de changemens chimiques auxquels il paraît même être dû; les liquides y sont épaissis, et il n'en arrive plus à une certaine époque de la destruction des feuilles : dès-lors la transpiration s'arrête, et on voit que la défoliation est le signal de l'assoupissement qui commence dans le végétal.

1. *Floraison.*

46. La floraison, ou la formation et l'épanouissement des fleurs, est un des termes, un des événemens les plus importans de la vie végétale : comme elle en est le but principal, elle coûte beaucoup d'efforts ; elle épuise en quelque manière les plantes qui l'éprouvent. Tout le travail de la végétation qui la précède étant destiné à la produire, quand la floraison a lieu, la plante est fort affaiblie, et le reste des forces qu'elle conserve ne suffit que pour la fructification. Pour connaître les rapports de cette fonction avec les phénomènes chimiques, je n'aurai besoin que d'en exposer le résultat le plus général.

47. La fleur, long-temps préparée et organisée dans son bouton plus rond et plus distendu que celui de la feuille, s'ouvre à une température donnée pour chaque plante ; en suivant un ordre de jours dans leur épanouissement successif, les fleurs d'un canton forment, pour les botanistes, un calendrier de Flore. Après son ouverture, les pétales de la corolle se colorent : l'influence de l'air et de la lumière est pour beaucoup dans cette coloration ; il se fait une excrétion de matières sucrées dans une région de la corolle, qu'on nomme le *nectaire* : il s'échappe souvent des pétales des effluves odorans, qui forment un parfum plus ou moins recherché. Les étamines ou organes mâles s'approchent ordinairement

du pistil ou organe femelle, et répandent leur poussière fécondante sur le stigmate. Une matière vraisemblablement vaporeuse parcourt le style, et va frapper ou imprégner de la vitalité les graines placées dans l'ovaire. Cette fonction une fois remplie, les anthères se dessèchent, les filamens des étamines se flétrissent, les pétales se rident et tombent, et la fructification commence.

48. Dans cette succession de phénomènes si remarquables qui constituent la floraison, on ne peut pas méconnaître une suite d'opérations chimiques. Chaque partie des fleurs se continue avec un organe qui lui correspond, depuis le calice qui se propage de l'écorce, jusqu'au pistil qui se confond avec l'extrémité du tissu médullaire. Les sucs sont préparés avant d'arriver à ces parties; mais ils éprouvent indubitablement une modification quelconque, un travail secondaire et définitif dans les organes des fleurs. La poussière fécondante des anthères, nommée *pollen* par les botanistes, le miel aromatique des nectaires, la vapeur odorante des pétales, sont autant de produits de ce travail chimique. La coloration de la corolle par l'air est également un résultat des altérations chimiques qu'éprouvent les fleurs dans leur tissu. On n'entend rien encore à la cause de la fécondation; il ne serait pas impossible qu'elle fût cachée dans un effet d'attraction chimique qui a échappé jusqu'ici aux recherches des physiciens.

m. *Fructification.*

49. Quand la fécondation est opérée, et que les organes qui l'ont faite, ainsi que ceux qui les défendaient et les entouraient, ont disparu ou sont tombés comme mutilés, les graines fertiles grossissent peu à peu dans l'ovaire, le fruit se forme et prend un accroissement plus ou moins considérable; il se garnit de pulpe, de chair, de mucilage, de parenchyme, de brou, de membranes, de coque, de noyau,

et de tous les genres les plus variés d'enveloppes, destinés à recouvrir et à conserver la graine jusqu'à sa parfaite maturité. La plupart de ces accessoires servent en même temps à nourrir les semences, à leur fournir l'aliment convenable à leur nature, ou à donner aux vaisseaux qui le portent un appui; et peut-être même une nature particulière. Ces chairs ou pulpes des fruits sont douces, sucrées, acides, fades et muqueuses, amères et âcres, huileuses, acerbes, et en général de saveur et de propriétés chimiques très-variées.

50. Qui pourrait méconnaître dans ce travail de la fructification le résultat d'une force et d'une action chimiques, ainsi qu'elles ont lieu dans l'accroissement et la nutrition des différentes parties, sur-tout des lobes ou cotylédons de la semence? Une identité constante d'effets donne naissance, dans l'intérieur du fruit ou dans la semence, à la formation de la fécule, de l'huile fixe, du glutineux, puisque toutes les graines offrent constamment l'un ou l'autre de ces principes : mais il règne une grande variété de productions ou compositions chimiques dans les pulpes ou parenchymes de fruits. La régularité du premier résultat et la variabilité du second tiennent certainement à la structure et à l'organisation différente de ces deux genres de parties. D'ailleurs, les circonstances extérieures, les rayons du soleil, la température, l'état sec ou humide de l'air, les vents, l'eau, influent sur la nature des parenchymes des fruits qui y sont toujours exposés; tandis que le sort bien plus important des semences, dont les fruits ne sont que des tuniques conservatrices, est confié à une organisation intérieure, à une structure centrale, précieuse, régulière, toujours la même, jamais variable, et que les accidens du dehors ne peuvent modifier.

ARTICLE X.

Des modifications que l'art fait naître dans les végétaux, des principaux changemens dont ils sont susceptibles, et des maladies qui les attaquent.

1. On a vu par les détails contenus dans l'article précédent, que les végétaux sont de véritables machines où s'exercent beaucoup d'opérations chimiques qui consistent en général dans la combinaison au moins ternaire des principes primitifs fournis par la terre : aussi sont-ils susceptibles de recevoir de grandes influences de la part de tous les corps extérieurs. C'est d'après ces influences, dirigées au gré de l'agriculteur, que les plantes éprouvent des modifications et des changemens dont la production est une augmentation de jouissance pour l'homme : une longue expérience a multiplié et assuré ces modifications, de manière qu'elles sont devenues l'objet d'un art très-important à la société, et qui renferme dans ses pratiques diverses l'agriculture.

2. Dans la culture, on se propose de multiplier des végétaux dont les propriétés servent à la nourriture des hommes, à leurs vêtemens, à la construction de leurs demeures, au soulagement de leurs maladies, à la jouissance de leurs sens, et sur-tout de la vue, de l'odorat et du goût. Cette multiplication s'opère, ou par le semis, ou par la plantation des végétaux que la nature n'offre qu'isolés, rares et peu abondans. Elle a pour but non seulement d'augmenter la quantité de ces êtres utiles dans la proportion qu'exigent nos besoins, mais encore de les faire croître dans le temps le plus court possible, à l'abri des dangers qui peuvent les menacer, dans la plus grande quantité possible sur un espace donné. Elle

atteint ce but en choisissant le terrain convenable à chaque semence et à chaque plant, en le préparant par la bêche et la charrue, en l'engraissant par des matières végétales et animales qu'on y enfouit, en en écartant les plantes nuisibles qui y croissent spontanément, en donnant, soit au sol, soit au végétal qui y est confié, depuis le moment de la semaille et de la plantation jusqu'à celui de la récolte, toutes les façons capables de favoriser son accroissement et sa multiplication. Elle varie ses moyens suivant la nature des terres et celle des plantes que l'on cultive, et en consultant l'ordre des saisons, la température et l'aspect des lieux cultivés.

3. Le but de l'agriculture, considérée en grand, est aussi de fournir une nourriture assez abondante aux animaux utiles à l'homme, pour qu'ils rendent à la terre ce qu'ils lui enlèvent par leur consommation; et c'est dans le rapport exact des productions animales avec les productions végétales que consistent véritablement la science et le grand succès du premier des arts. Il est porté vers sa perfection lorsque ces deux genres de productions sont assez bien coordonnés et disposés dans leurs rapports mutuels, pour que rien ne manque aux animaux, et pour qu'ils fournissent une proportion d'engrais plus que suffisante à la continuité de fertilisation dont ils offrent la source toujours renaissante dans leurs excrémens et leur litière. En renouvelant ainsi sans cesse la fécondité de la terre, celle-ci doit leur donner ce qui leur est nécessaire pour pouvoir fournir à l'homme un aliment sain, des matériaux pour ses vêtemens, des forces pour transporter ses fardeaux, pour labourer, et pour tous les usages auxquels les animaux sont consacrés dans leur domesticité.

4. Les nombreuses expériences que l'on a faites depuis une longue suite de siècles sur la culture ou la multiplication des végétaux par l'art, ont conduit à une foule de résultats aussi intéressans pour la physique végétale qu'utiles aux besoins et aux goûts des hommes civilisés. Ce sont elles qui ont appris

à multiplier les arbres et les plantes par la bouture, les marcottes, les provins ; à grossir leurs tiges, à étendre, à blanchir ou à colorer leurs feuillages, à modifier leurs fruits dans leur volume et leur saveur, à doubler les fleurs, à croiser les races et à former des plantes hybrides, à constituer des variétés que la nature n'avait point données à l'homme, et qui, se perpétuant par la culture, ont reçu et mérité en agriculture la dénomination d'*espèces*. L'art de fumer les terres, de greffer, de tailler, de provigner les arbres, celui de les abriter et de les étayer en espaliers contre des murs, de leur donner la forme en hauteur ou en largeur qui convient au lieu où on les place, d'avancer ou de retarder leur maturité, de varier la saveur, la grosseur, la forme, la couleur de leurs fruits ; celui de faire croître dans un climat tempéré ou froid, dans des serres, sous des couches, sous des châssis, sous des cloches, dans des terres factices et chaudes, les plantes que la nature n'avait placées que sous les tropiques ou l'équateur ; celui de varier les couleurs et les parfums des fleurs, de les doubler ou de convertir leurs étamines en pétales nombreux et colorés : toutes ces merveilles de la culture qui varient et multiplient nos jouissances, s'expliquent ou se conçoivent par les notions chimiques qui ont été développées dans les articles précédens.

5. En effet, c'est en augmentant la nourriture par l'addition d'engrais abondans, en hâtant la végétation par une température élevée et factice, en ouvrant le sein de la terre souvent et profondément remuée aux utiles influences de la lumière et de l'air, en y portant par les irrigations, les canaux, l'arrosoir, une abondance d'eau que l'atmosphère refuse trop long-temps ou ne répand qu'à trop petite dose, en fécondant une espèce de fleur avec le pollen d'une autre espèce rapprochée, en chargeant l'eau d'un suc végétal très-nourricier, très-susceptible de fermentation et de chaleur, en arrêtant le mouvement et le cours de la sève dans quelques

parties du végétal par des courbures, des nœuds, des sections à l'écorce; en forçant une portion d'arbre ou d'écorce gemmifère de s'insérer dans une autre, et de vivre aux dépens de son propre suc après l'avoir collée ou fait prendre corps avec le sujet par la greffe; en portant toute la nourriture dans les boutons à fruits par la soustraction de quelques branches qui emploient trop de sève; en ajoutant à la terre des stimulans qui, portés dans les plantes avec l'eau que boivent les racines, y activent la végétation; en un mot, c'est par l'emploi d'une grande quantité de procédés et d'agens vraiment chimiques, que le cultivateur, souvent même sans en concevoir la cause et l'action, mais toujours guidé par une pratique plus ou moins longue autant qu'heureuse, fait naître tous les changemens, toutes les modifications qui répondent à ses vœux.

6. Mais toutes ces premières données, toutes les applications de la science chimique aux phénomènes de la culture artificielle des végétaux ne sont encore que des premières vues, que des aperçus dont les modernes seuls ont saisi ou soupçonné même et l'existence et l'intérêt. Wallerius avoit déja fondé quelques bases sur la chimie agricole; Bergman les avait poussées un peu plus loin en s'occupant des terres: Lavoisier en avait fait depuis ressortir toute l'importance. A peine ces premières idées ont-elles effleuré l'attention de quelques hommes qui vivent aux champs; que sera-ce lorsque des citoyens éclairés, lassés des tumultes et des plaisirs factices des villes, porteront dans les campagnes les lumières dont ils se seront munis, et appliqueront à l'agriculture les ressources si riches des sciences physiques?

7. La destinée des végétaux, considérés comme des instrumens chimiques dont la nature se sert pour former les premiers composés ternaires ou quaternaires, pour lier par des attractions complexes au moins trois substances simples primitives et souvent un plus grand nombre, doit être de changer per-

pétuellement d'état, de rester peu de temps dans le même ordre de compositions, et d'éprouver par le genre même des forces multipliées qui réagissent sur leurs principes, des variations qui en modifient plus ou moins profondément les matériaux. Si les circonstances externes, si les agens extérieurs qui influent, comme on l'a vu, sur leur nature intime, viennent à éprouver des changemens subits et grands; si l'air passe rapidement du doux au froid, du sec à l'humide; s'il frappe trop fortement les plantes; si sur-tout il est trop long-temps surchargé d'eau; si la gelée succède inopinément à un temps doux après les premiers efforts de la végétation du printemps; si un vent violent enlève trop abondamment aux feuilles, comme à la terre, l'eau qui circule dans les premières et qui humecte l'autre; si un soleil brûlant darde après la pluie sur les végétaux couverts d'eau qui en concentrent les rayons comme des loupes; si la terre inondée ne permet point d'écoulement d'une trop grande masse d'eau, toutes ces causes et un grand nombre d'autres deviennent autant de sources d'altérations plus ou moins désastreuses pour les plantes : et les maladies naissent pour elles comme pour les animaux.

8. Il semble même que, modifiés par nos soins, rendus plus sensibles et plus délicats par la culture, partageant en quelque manière les inconvéniens du genre de domesticité ou de civilisation auxquelles nous les assujettissons, les végétaux sont, comme nous-mêmes et comme les animaux domestiques, plus exposés encore aux indispositions et aux maladies que ceux qui croissent spontanément et dans les lieux que l'homme a laissés encore à la nature. Il est rare que le même nombre, et sur-tout le même genre de maux, attaquent les arbres des forêts que ceux qu'on ne voit que très-souvent dans nos vergers. Les plantes des champs, les moissons sur-tout, sont infectées de maladies qu'on n'observe que très-peu ou point du tout dans celles qui croissent spontanément. On dirait que leur multiplication et leur rapprochement dans un même terrain

et dans un lieu trop étroit, leur apportent quelquefois le même préjudice que celui qui naît pour l'homme et les animaux, de l'encombrement et de l'entassement dans un espace trop resserré. Il est vrai, d'un autre côté, que les soins du cultivateur les garantit de la dent et de la piqûre des animaux et des insectes auxquels la nature livre et paraît même destiner les végétaux qu'elle élève. Mais la grandeur et le danger des maladies en quelque sorte sociales, et souvent endémiques ou même épidémiques qui assiégent les peuples des végétaux cultivés dans nos campagnes, ne permettent pas de supposer, à cet égard, une compensation qu'on puisse trouver favorable au cultivateur.

9. Sans offrir ici un dénombrement qui serait déplacé, je me contenterai d'observer que, malgré le peu de soins qu'on a mis à distinguer et à décrire toutes les maladies des plantes, on en connaît assez pour voir qu'aucune partie des végétaux et qu'aucun d'entre eux n'en sont exempts; les arbres des vergers, des potagers, des parcs, des avenues, des chemins, montrent souvent leur écorce fendue et gercée, rongée par des ulcères secs ou humides, gonflés par des tumeurs, percée et disséquée par des insectes, déchirée par des mammifères, épuisée par des lichens et des mousses parasites. Leur bois se courbe, se fend, se dessèche, se tuméfie; on le voit attaqué de la *chancissure*, des *chancres*, des *excroissances*, des *loupes*, des *plaies*. Les feuilles des plantes sont attaquées du *blanc*, de la *bruine*, de la *brûlure*, de la *brouissure*, du *clocque*, des *galles*, de la *jaunisse*, de la *nielle*, de la *panachure*, de la *roulure*. Les ennemis et les dévastateurs des graminées et des moissons sont la *coulure*, la *carie*, l'*ergot*, le *charbon*. Dans tous ces cas déja observés avec assez de soin, on voit les organes des végétaux changer de forme, de consistance, de couleur, de saveur, d'odeur, et par conséquent de nature chimique.

10. Qui pourrait nier que toutes les maladies ne soient accompagnées d'accidens et de changemens chimiques qu'on

doit en regarder non seulement comme l'effet, mais souvent comme la cause? N'a-t-on pas trouvé que, dans le charbon, la carie, l'ergot du seigle et du bled, il n'existe plus ni matière amilacée ni substance glutineuse, mais tantôt un suc huileux, tantôt un extrait âcre et charbonné? L'écorce et le bois ulcérés, et couverts de sanie noirâtre ou d'une croûte blanchâtre, graveleuse et desséchée, ne sont-ils pas chargés d'acétite de chaux et de potasse, de tannin, de résine, de carbonate de chaux et de potasse, suivant les expériences du citoyen Vauquelin? Qui pourra borner la puissance de la chimie pour connaître et la nature, et la cause, et les remèdes de ces maux? Espérons qu'on ne négligera plus de les observer avec toutes les lumières que cette science offre à l'agriculture; comptons que ce beau travail, commencé sous de si heureux auspices, ne sera plus arrêté, et confions-nous sur-tout à cette jeunesse ardente, studieuse, qui portera dans les campagnes les connaissances utiles, et qui ne permettra pas au premier des arts de rester confié à une routine aveugle, aux préjugés destructeurs de tout bien. Croyons enfin que l'époque où les travaux des champs profiteront des lumières concentrées jusqu'ici dans les villes, ne peut être éloignée sous des lois qui répandent l'instruction dans toutes les classes de la société.

Fin du huitième volume.

TABLE DES MATIÈRES

DU HUITIÈME VOLUME.

SUITE DE LA SEPTIÈME SECTION.

Fin de la table du huitième volume.

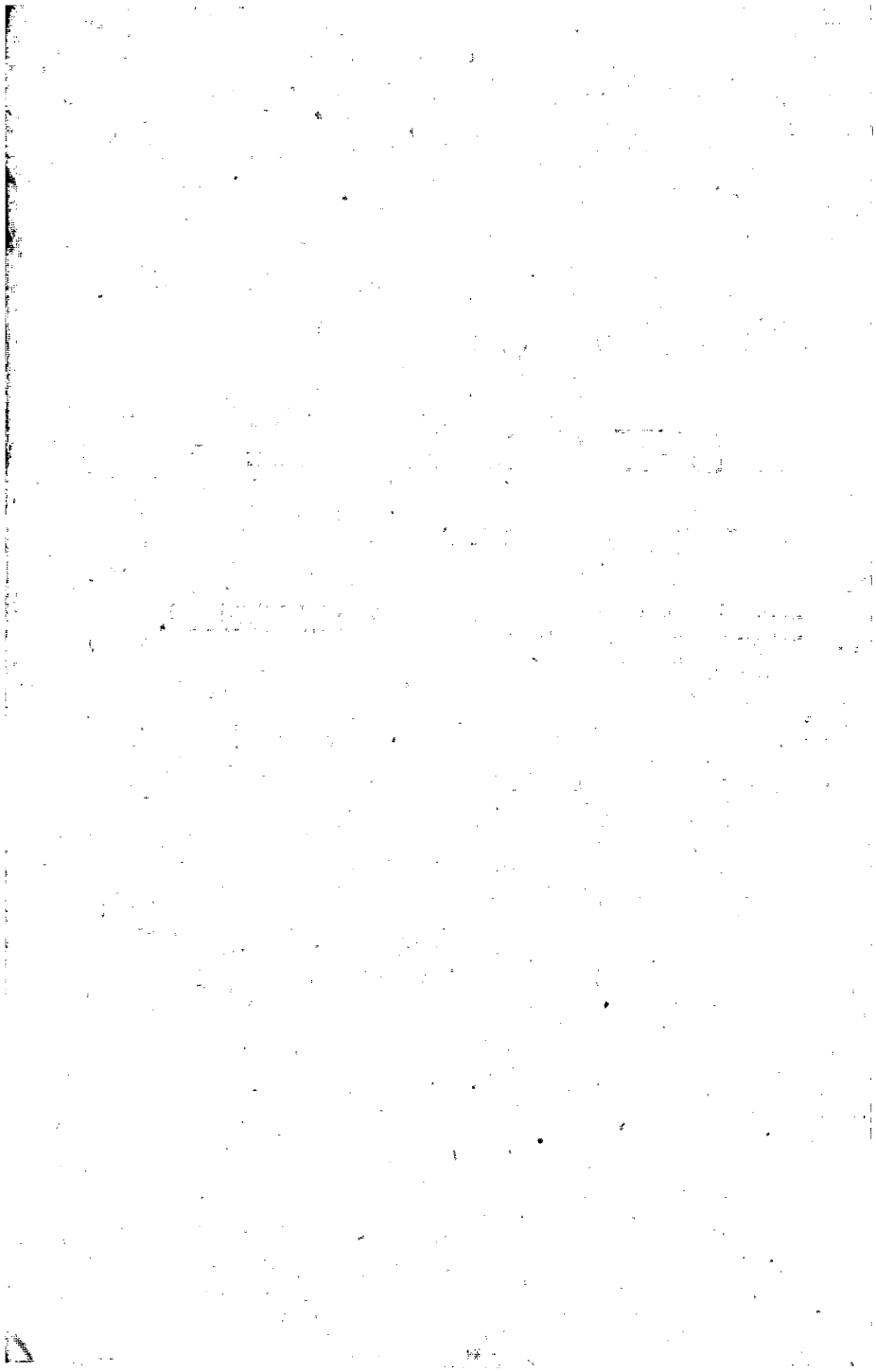
ERRATA.

Page 36, ligne 4. quatrième, *lisez* quatorzième.
54 —— 5. l'oseille, *lisez* l'orseille.
117 —— 10. formation, *lisez* fermentation.
120 —— 3. musculaires, *lisez* mammaires.
138 —— 12. ses parois, *lisez* des parois.
143 —— 20 et 21. la preuve, *lisez* l'épreuve.
171 —— 20. le linge, *lisez* le liége.
200 —— 12. l'acide, *lisez* l'acétite.
203 —— 12. radicaux simples, *lisez* à radicaux simples.
210 —— 2. l'acétite, *lisez* l'acétique.
214 —— 4. la seille, *lisez* la scille.
218 —— 19. dans la fermentation, *lisez* pour la formation.
238 —— 14. l'acide sulfurique, *lisez* l'acide nitrique.
253 —— 24. aux alcalis, *lisez* à la potasse et à la soude.
292 —— 27. spontanément, *lisez* naturellement.
294 —— 23. résidu, *lisez* résultat.
295 —— 1. la feuille, *lisez* la fécule.
299 —— 14. seule, *lisez* dissolvante.
306 —— 9. les feuilles, *lisez* les racines.
309 —— 2. trous, *lisez* serres

SYSTÊME

DES

CONNAISSANCES CHIMIQUES.



SYSTÊME

DES

CONNAISSANCES CHIMIQUES,

ET DE LEURS APPLICATIONS

AUX PHÉNOMÈNES

DE LA NATURE ET DE L'ART;

PAR A. F. FOURCROY,

De l'Institut national de France; Conseiller d'État; Professeur de chimie au Muséum d'histoire naturelle, à l'École polytechnique et à l'École de médecine; des Sociétés philomathique et philotechnique, d'Agriculture, d'Histoire naturelle; de la Société médicale d'émulation, de celle des Amis des arts, de celle des Pharmaciens de Paris; du Lycée républicain, du Lycée des arts; membre de plusieurs Académies et Sociétés savantes étrangères.

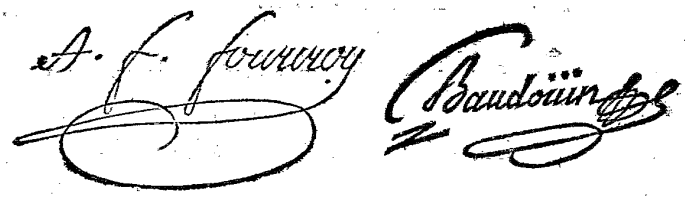
TOME IX.

PARIS,

BAUDOUIN, Imprimeur de l'Institut national des Sciences et des Arts, rue de Grenelle-Saint-Germain, n°. 1131.

BRUMAIRE AN IX.

Cet ouvrage est mis sous la sauve-garde de la loi.
Tous les exemplaires sont signés par l'Auteur et l'Imprimeur.



SYSTÊME

DES

CONNAISSANCES CHIMIQUES.

HUITIÈME SECTION.

DES SUBSTANCES ANIMALES.

HUITIÈME SECTION.

Des substances animales.

PREMIER ORDRE DE FAITS.

Généralités sur la structure et sur la composition des substances animales.

ARTICLE PREMIER.

De la structure des animaux.

1. En avançant toujours dans l'examen des propriétés chimiques des corps naturels, de ceux qui sont les plus simples jusqu'aux plus composés, j'ai dû placer les matières animales à la suite des végétales, parce qu'elles sont d'un ordre de composition plus compliquée. Aussi leur analyse, plus difficile, est-elle moins avancée ; aussi les résultats qu'on en tire sont-ils moins nombreux et moins certains. Quelques différences qu'on observe entre ces deux classes de matières, il existe cependant infiniment plus de rapports entre les substances animales et les substances végétales, qu'il n'y en a entre ces dernières et les matières fossiles qui ont été traitées avant elles. En raison de ces analogies, les matières animales seront considérées ici de la même manière que les végétales, et seulement avec moins de

détails, parce que leur histoire est moins complète. Je comprendrai tout ce qui appartient à leurs propriétés chimiques dans quatre ordres de faits.

Le premier présentera ce qu'il faut savoir de leur structure, de leurs propriétés générales, soit comme êtres vivans, soit comme composés particuliers, pour bien concevoir l'exposé de leurs propriétés chimiques.

Dans le second ordre de faits, je consignerai l'ensemble de leurs caractères chimiques généraux, ou la série de leurs propriétés distinctives, découvertes par les instrumens chimiques.

Le troisième ordre de faits sera consacré à l'histoire des propriétés chimiques de chaque matière animale particulière.

Enfin, je rapporterai au quatrième ordre de faits qui terminera cette section les applications des propriétés chimiques, soit générales, soit particulières, aux phénomènes de la vie des animaux, à l'exercice de leurs fonctions et aux bases de la physiologie ou de la physique animale.

2. Le premier fait qui, comme un des plus saillans, frappe le plus tout observateur qui compare les animaux aux autres êtres naturels, c'est leur existence subordonnée à celle des végétaux: Il n'est personne qui ne conçoive que, sans les plantes, il n'existerait pas d'animaux; ce sont elles qui leur fournissent la nourriture qu'ils ne peuvent pas puiser dans les substances minérales. Ainsi les végétaux, considérés par rapport au rang qu'ils occupent dans l'échelle des êtres, et aux rapports qui existent entre eux et les autres productions de la nature, tiennent le milieu entre les fossiles et les animaux. Ils empruntent des élémens des premiers; ils les combinent trois à trois par la puissance de la végétation; ils préparent, à l'aide de cette combinaison, la matière alimentaire aux animaux; ils tirent du sein de la terre des matières qu'ils portent à sa surface, et qu'ils assimilent de manière à les rendre propres au soutien de la vie animale: ils pourraient bien exister sans les animaux; mais ceux-ci ne peuvent pas exister sans eux;

et s'ils ne leur sont pas postérieurs dans leur formation, ils ne peuvent être que leurs contemporains.

3. Il suit de cette considération que, comme le véritable problême de la nature des substances végétales comparées aux matières minérales consiste dans la recherche de la formation des premières aux dépens de celles-ci par la force végétative, celui de la connaissance des substances animales comparées aux végétales doit être contenu dans la recherche de la conversion des dernières dans les premières. Un animal d'un poids donné, nourri de matières végétales, croît dans une proportion également donnée, et dans tous ses organes à la fois. L'augmentation de masse qu'il éprouve ne peut venir que de la matière végétale qui s'ajoute à son poids primitif. Ce seul fait bien reconnu prouve incontestablement que la substance végétale se change dans son propre corps, devient substance animale par une force innée dans le corps de cet animal, force qu'on appelle *animalisation;* et il annonce en même temps que c'est en trouvant les lois, les phénomènes et les causes de cette conversion, qu'on pourra connaître la nature des matériaux qui composent son corps.

4. Pour atteindre à cette connaissance extrêmement difficile, et sur laquelle on n'a encore que quelques données, on sent bien qu'il est indispensable de savoir d'abord comment les animaux sont constitués ou organisés, sur-tout en les comparant aux végétaux, et c'est ce que je nomme ici leur structure. Des notions rapides et générales sur cet objet suffiront à nos recherches. Les naturalistes définissent les animaux des êtres organisés vivans, qui se déplacent, se meuvent, se transportent dans l'espace, et sont doués de sensibilité; ils les distinguent assez des végétaux par les deux dernières propriétés; mais cette distinction trop vague ne remplit pas le but qu'il faut atteindre. Une foule d'autres caractères plus tranchans séparent encore les animaux des végétaux; les formes extérieures et intérieures diffèrent beaucoup dans ces deux classes

de corps organiques. Une légère esquisse de ces caractères doit précéder et éclairer l'étude de leurs propriétés chimiques, comme je l'ai fait pour les végétaux.

5. Le corps des animaux n'a que dans bien peu d'espèces de la ressemblance avec celui des végétaux. On le voit partagé en diverses régions ou parties d'une structure bien différente, surtout dans les animaux les mieux organisés et les plus parfaits. On distingue spécialement la tête, le tronc et les extrémités.

La première, renfermant dans le crâne l'organe précieux du cerveau et l'origine des nerfs, portant au-dehors les principaux organes des sens, établit une communication, une réaction directes avec tous les objets extérieurs par les yeux, les oreilles et les narines. La cavité de la bouche qui y est placée conduit aux organes de la digestion et de la respiration, et commence chacune de ces fonctions.

Le tronc, composé de vertèbres, soutient une première cavité osseuse, musculaire et membraneuse où sont logés le cœur et les gros vaisseaux, les poumons et la trachée-artère; une autre cavité, garnie seulement de muscles et de membranes au-devant, dans laquelle sont disposés sous le diaphragme qui la sépare du thorax, les viscères de la digestion, l'estomac, les intestins, le pancréas, la rate et le foie, les organes intérieurs de la génération départis diversement dans deux individus qui forment les sexes dans le plus grand nombre des animaux, et ceux qui séparent l'urine.

Les membres ou extrémités, l'une supérieure ou antérieure, l'autre inférieure ou postérieure, formées d'os dans leur centre, de muscles qui les recouvrent et les meuvent les uns sur les autres comme des leviers, terminées à leur bout éloigné du tronc par des divisions plus ou moins régulières, servent aux animaux à saisir ou repousser les corps, à les éloigner ou les approcher d'eux, à les porter dans le milieu qu'ils habitent.

6. Ces trois grandes parties du corps des animaux, la tête, le tronc et les extrémités, quoique très-différentes dans leurs

usages et leur structure apparente, sont cependant formées de fibres et de lames qui constituent des tissus ou des genres d'organes qu'on retrouve par-tout. Ces organes, premiers fondemens du corps animal, sont les os, les muscles, les vaisseaux sanguins et lymphatiques, les glandes et les nerfs.

Les os sont les parties solides qui déterminent la forme du corps auquel elles donnent l'étendue et la solidité. Ils sont liés les uns aux autres par des membranes solides qu'on nomme *ligamens;* leurs surfaces articulaires sont revêtues d'une couche blanche, moins dure qu'eux, compressible et polie, nommée *cartilage*, et humectées dans leurs articulations d'un liquide onctueux, nommé *synovie.*

Sur les os sont appliqués des paquets de fibres réunies en faisceaux, destinées à faire rouler les os les uns sur les autres, et qu'on nomme *muscles;* ils portent à leur extrémité des cordes blanches qui opèrent leur attache ou insertion aux os, et qu'on nomme *tendons;* ils sont au-dehors enveloppés et serrés par des membranes dures, élastiques, à fibres brillantes, qu'on nomme *aponévroses.* Les muscles sont les organes du mouvement, et donnent la forme extérieure, la torosité, les rondeurs, les saillies, les enfoncemens de la peau.

Des tubes ou vaisseaux membraneux solides, partant des cavités de la pointe du cœur, ramifiés et étendus de là dans tout le corps, y portent le sang qui les dilate et les fait battre; ils sont connus sous le nom d'*artères.* A leurs dernières extrémités s'abouchent d'autres tubes ou vaisseaux plus minces, moins élastiques, moins résistant, qui prennent le sang et le reportent des rameaux aux branches et aux troncs dans les cavités de la base du cœur: ce sont les veines. Ces deux ordres de canaux forment ensemble les vaisseaux sanguins.

Sous la peau et entre les muscles, sur les viscères, un autre ordre de vaisseaux minces, diaphanes, tortueux, resserrés d'espace en espace par des replis intérieurs, remplis d'un liquide blanc et transparent, absorbent et pompent par-tout ce liquide,

se réunissent et se séparent des milliers de fois, et se rendent tous dans le bas-ventre derrière les intestins et l'estomac, pour y porter le liquide qui s'y meut dans un, deux ou trois troncs qui montent dans la poitrine, et viennent s'ouvrir dans une veine placée près du cœur, où le liquide nommé *lymphe* se mêle au sang veineux. Ces vaisseaux sont nommés *absorbans* ou *lymphatiques ;* on les distingue en superficiels et profonds ; ils sont très-variés dans leur structure et innombrables dans leur masse. Le chyle, produit de la digestion, se mêle avec la lymphe qu'ils contiennent dans le bas-ventre, et est versé avec elle dans le sang veineux près du cœur. L'ordre des vaisseaux absorbans qui pompent immédiatement le chyle dans les intestins, porte particulièrement le nom de *vaisseaux lactés.*

Dans beaucoup de régions du corps des animaux, on trouve des paquets de vaisseaux sanguins contournés en toutes sortes de sens, et ayant différentes formes, liés et serrés entre eux par des membranes très-fines qu'on nomme *tissu cellulaire.* Ces vaisseaux ainsi pelotonnés, enlacés, très-rapprochés, et formant des espèces de grains étroitement réunis les uns aux autres, d'un volume très-varié, aboutissent, outre les veines qui en reprennent le sang, à des canaux plus ou moins larges, à des réservoirs plus ou moins amples, qui versent dans diverses régions des fluides particuliers. On nomme ces amas circonscrits de vaisseaux des *glandes conglomérées.* On range dans cette classe le cerveau, les glandes lacrymales qui préparent les larmes, les parotides, les maxillaires et sublinguales qui séparent la salive ; la thyroïde, placée sur le larynx, dont on ne connaît pas l'usage ; les glandes mammaires qui préparent le lait ; le pancréas formant le suc pancréatique versé dans le premier des intestins ; le foie où se prépare la bile qui coule avec le suc précédent ; les reins où se filtrent l'urine ; les testicules foyer de la semence. Les vaisseaux absorbans réunis en plus petits lacis constituent presque par-tout, mais sur-tout le long des gros vaisseaux sanguins du cou, de la poitrine et

des extrémités, à l'aisselle, à l'aine, etc., les *glandes conglobées*, nommées ainsi parce qu'elles sont souvent arrondies en espèces de globules.

Il part de la base du cerveau, du cervelet, de la moelle alongée et de la moelle épinière, organes placés dans le crâne et le canal vertébral, des cordons blancs qui sortent par des trous ou des fentes, et se répandent en se divisant en branches, en rameaux et en filets de plus en plus fins dans toutes les autres parties, avec les artères, les veines et les vaisseaux absorbans. Ils établissent une communication avec le siége des sensations et des idées, et servent à former ou à modifier les unes et les autres, ainsi qu'à porter la cause du mouvement, d'après les impressions faites sur les organes des sens.

Tous ces tissus sont collés entre eux, quoique distincts et facilement séparables par une suite de lames plates très-fines, très-transparentes, formant entre elles une multitude de cellules continues et communiquantes, qui en font nommer l'ensemble *tissu cellulaire*. Ce tissu retient toutes les parties dans leurs places respectives ; il est lâche et distensible : c'est lui qui réunit les fibres musculaires en faisceaux, les vaisseaux divers en paquets. Il supporte une si grande quantité de vaisseaux absorbans sur ses lames que les anatomistes modernes l'en croient entièrement formé. Comme il est toujours abreuvé d'une liqueur gluante et mucilagineuse, on l'a aussi nommé *tissu muqueux*. On peut se le représenter comme une éponge de la même forme que le corps animal, et dans les cavités de laquelle tous les organes sont comme fourrés. La graisse est déposée dans ses cellules.

7. Outre ces premiers élémens organiques ou tissus généraux qui parcourent tout le corps des animaux, qui entrent dans la formation des diverses régions de ce corps, il faut distinguer encore, 1°. un organe nommé tantôt *poumons*, tantôt *branchies*, tantôt *trachées*, et qui est destiné à établir une communication, un contact non interrompu entre le sang ou différentes autres humeurs des animaux et l'air ou l'eau aérée

qu'ils habitent ; 2°. un système d'organes continus entre deux ouvertures souvent placées aux deux extrémités opposées du corps, qui reçoit, divise, dissout, digère les alimens, et qui représente en général un canal dilaté et resserré alternativement, muni d'instrumens et de liquides destinés à broyer ou à dissoudre les substances alimentaires, auquel canal sont attachées des glandes conglomérées qui y versent des sucs dissolvans, spécialement le foie et le pancréas ; 3°. un troisième système d'organes consacrés à perpétuer l'espèce par la génération, en partie cachés dans l'intérieur du corps, en partie situés ou saillans au dehors, partagés souvent en deux sexes dont la réunion, sollicitée par le besoin, est nécessaire pour la reproduction des individus. L'un de ces systèmes paraît contenir l'individu tout formé, mais qui manque de la vie ; c'est l'organe femelle ou l'agent du sexe féminin ; l'autre, ou l'organe mâle, fournit un liquide excitateur vivifiant qui communique au germe le mouvement et la vie ; 4°. un quatrième système terminant, enveloppant, contenant tous les autres sous la forme de *tégumens* qui recouvre le corps, et qui touche immédiatement l'eau ou l'air où vivent les animaux.

8. Chacune des classes d'organes dont il vient d'être parlé constitue un système particulier, ayant sa structure, ses caractères, ses usages, sa nature, différens de ceux des autres systèmes, agité d'un mouvement, d'un appétit, d'une tournure, d'une sensibilité, d'une activité, d'une force, on peut même dire d'une vie qui lui est propre. Ainsi l'on doit distinguer dans la contexture anatomique des animaux, le système osseux ou solide *portant*, le système musculeux *irritable*, le système sanguin *circulant*, le système lymphatique *absorbant*, le système glanduleux *secrétant*, le système nerveux *sentant*, le système cellulaire *communiquant* et *liant*, le système pulmonaire *échauffant sanguifiant*, le système alimentaire ou digestif *assimilant*, le système génital *perpétuant*, le système cutané *perspirant*. Chacun de ces systèmes se lie aux autres, et c'est de

leur accord, de leur association, de leur concert, de leur action simultanée et proportionnelle, que résulte l'économie animale dans son complément. Plus il y a de ces systèmes réunis dans les animaux, et plus ils sont parfaits. L'homme qui les a tous, et dans une proportion régulière et juste, l'emporte de beaucoup sur tous les autres animaux. Les nuances de force et d'énergie, variées entre les divers systèmes, et leur action, constituent les divers tempéramens dans la même espèce.

9. C'est sur la variation de rapports, de symétrie, de nombre, de proportion entre ces systèmes, que sont fondées les différences qui existent entre les animaux et les classifications que l'on a faites entre eux, en commençant par l'homme et en descendant par des nuances de dégradations organiques plus ou moins sensibles, jusqu'aux insectes, aux vers et aux zoophytes, chez lesquels plusieurs de ces systèmes sont ou nuls ou affaiblis; car plus l'anatomie des animaux fait de progrès, et plus l'on trouve que les différences entre eux consistent plutôt dans le peu d'harmonie entre les systèmes d'organes qui les constituent, que dans le défaut ou l'absence totale de plusieurs de ces systèmes, comme on l'avait d'abord cru. Aristote a le premier aperçu, et ce beau résultat a été confirmé depuis par des milliers d'observations anatomiques, que les différences de ces systèmes intérieurs dans le corps des animaux étaient en quelque sorte annoncées par de grandes différences dans leurs organes apparens, ou dans les parties extérieures; que cette disparité saillante suivait et annonçait, sur-tout dans les extrêmes, la différence des systèmes les plus importans, ceux de l'estomac, des organes respiratoires, du cerveau et des nerfs. La peau nue ou couverte de poils, de laine, garnie de plumes, chargée d'écailles, revêtue d'un test; les extrémités plus ou moins dissemblables, alongées, raccourcies, manquantes, plus ou moins divisées; les doigts qui les terminent, plus ou moins nombreux ou fendus; la colonne épinière, terminée au-dessus de l'anus, formée d'un plus ou moins grand nombre

de pièces ou vertèbres, prolongée en queue plus ou moins longue; la face verticale ou oblique plus ou moins alongée; les mâchoires plus ou moins proéminentes, et par conséquent les narines, la bouche et la langue plus ou moins alongées; le crâne plus ou moins petit, le front plus ou moins saillant, avec ou sans des appendices osseuses ou cornées; le trou occipital placé plus ou moins en arrière et dans une ligne plus ou moins voisine de l'horizontale ou de la verticale, les mâchoires dépourvues de dents, ou n'en ayant que peu, que certaines classes, qu'à une de leurs parties : voilà les différences les plus remarquables et les caractères les plus importans dont on s'est servi pour pouvoir reconnaître et décrire les animaux depuis leur division en classes jusqu'à la séparation des genres.

10. D'après cette structure variée, en partant d'abord des différences les plus saillantes, prises du cœur à deux ou à une cavité intérieure, du sang rouge ou blanc, traversant tout entier ou seulement en partie l'organe pulmonaire, de l'estomac unique ou multiplié, du cerveau et des nerfs plus ou moins abondans, du mode de la génération vivipare ou ovipare, et en descendant successivement aux considérations du corps muni d'extrémités au nombre de quatre ou au nombre de deux seulement, ou dépourvu de ces extrémités, de la forme si variée de ces parties et de leur division, du nombre, de la situation, du rapport des dents, des organes de la mastication en général, de la peau nue, couverte de poils, d'épines, d'écailles, etc., etc.; on a distingué après l'homme, le chef et le type primitif des êtres organisés, tous les animaux en huit classes; savoir, les mammifères, les oiseaux, les reptiles, les poissons, les mollusques, les insectes, les vers et les zoophytes. Ces derniers, les plus dégradés dans leur structure et leurs fonctions, fixés au sol qui les a vus naître, réduits presqu'à la condition des végétaux dont ils se rapprochent, et avec lesquels ils ont été long-temps confondus, forment le dernier degré de l'échelle animale. Sans entrer sur ce

partage et sur cette classification dans des détails étrangers à mon objet, il me suffira de faire remarquer que tous les êtres compris dans ces dix classes, à la tête desquelles doit être placé l'homme dans un rang particulier et distinct, quoiqu'il ait les plus frappantes analogies de structure et d'organisation avec les mammifères, se rapprochent par les caractères de l'animalité, la loco-mobilité, les communications sans cesse entretenues avec les milieux qu'ils habitent, la réaction prompte et subite des objets extérieurs sur leurs fonctions par les sensations, et sur-tout la réunion des organes digérant, circulant, respirant, mouvant, sentant et générant. On a pensé, non sans quelque fondement, que les immenses tribus dont se composent ces dix classes d'animaux, formaient entre elles une série continue, une chaîne non interrompue d'êtres liés par des rapports plus ou moins étroits, et descendant par des nuances presqu'insensibles, depuis l'homme, modèle des animaux, jusqu'au polype, aux animaux microscopiques et à l'éponge. La construction de cette chaîne a beaucoup occupé les naturalistes, sur-tout Bonnet; et si leurs recherches n'ont pas encore répondu entièrement à leurs vœux, au moins elles ont eu l'avantage de servir à comparer ces êtres avec plus de soin, et à trouver entre eux des rapports qu'on n'aurait pas soupçonnés.

ARTICLE II.

Des fonctions exercées par les organes des animaux.

1. Je n'ai parlé dans l'article précédent que de la structure générale des animaux, de leurs parties et de leurs organes, pour faire connaître leurs différences d'avec les végétaux dont ils se rapprochent d'ailleurs par quelques propriétés générales. C'est une notion générale de leur anatomie que j'ai voulu donner; mais cet exposé succinct de leur organisation ne représente encore que la machine inanimée et telle qu'elle s'offre au scalpel de l'anatomiste. On n'aurait qu'une idée très-imparfaite de ces êtres si l'on ne considérait pas leur machine animée, si l'on ne voyait pas leurs parties réagissant les unes sur les autres, et agitées du mouvement que leur communique la force vivante. En offrant le tableau de l'exercice de cette force dans un cadre étroit, je n'ai d'autre intention que de reconnaître les véritables caractères dont sont doués les animaux, et de ne pas marcher en aveugle dans l'examen de leurs propriétés chimiques, qui doivent m'occuper dans cette section.

2. L'animal sortant d'un œuf ou de la matrice de sa mère, après avoir reçu, par la fécondation de son germe, le mouvement qui l'anime, et après avoir subi dans ses membranes, soit pendant l'incubation, soit dans l'*uterus*, les premiers développemens qui en dessinent les traits et en déterminent l'espèce et même la variété, remplit une destinée que tous les hommes connaissent dans les êtres vivans. Naître, grandir, acquérir son accroissement total, rester quelque temps dans cet état parfait, reproduire des êtres semblables à lui, décliner ensuite et perdre peu à peu une partie de ses formes, de ses forces et de sa puissance, périr enfin par la suite même des efforts qui ont maintenu son existence: voilà le cercle

que la nature lui a tracé, et qui renferme la durée comme les événemens principaux de sa vie. Elle a placé en lui une puissance qui lui fait desirer, prendre et digérer sa nourriture, l'assimiler bientôt à sa propre substance, en augmenter la masse de son corps, en réparer les pertes, en porter le superflu dans quelques réservoirs, et sur-tout dans ceux qui servent à la génération, et en rejeter une portion surabondante ou non assimilable par des canaux destinés à cet usage.

3. Ce principal effet de la vie suppose un discernement, un appétit, un jugement qui exigent une communication immédiate entre le corps de l'animal et tous les êtres qui l'environnent; de sorte qu'il peut rejeter, éloigner, prendre ou rapprocher ces êtres suivant qu'ils lui conviennent ou qu'ils lui nuisent. Dans cet exercice de sa vie, tous les organes qui constituent l'animal, tous les systêmes qui forment l'ensemble de son tissu, agissent simultanément, avec ordre, avec constance, avec régularité, et chacun remplit une fonction particulière. L'ensemble et la description de ces fonctions composent ce qu'on nomme la physique animale ou la physiologie. On compte dix fonctions qui président à la vie, et qu'on peut partager, lorsqu'il est question d'en exposer sur-tout le simple résultat, en quatre classes;

La première classe comprend les fonctions qui entretiennent immédiatement la vie, et qu'on nommait autrefois *vitales*, parce que la cessation de l'une ou de l'autre produit à l'instant même la mort des individus; ce sont la *sensibilité centrale*, la *respiration* et la *circulation*.

La seconde classe renferme les fonctions qui soutiennent médiatement la vie, ou qui en prolongent l'existence et la durée; on les nommait *naturelles*; elles peuvent être arrêtées pendant quelque temps sans que la vie soit détruite. Telles sont la *digestion*, la *secrétion*, la *nutrition*, l'*ossification*.

A la troisième classe appartiennent les fonctions qui rendent la vie animée, réagissante en quelque sorte sur les corps

environnans, qui établissent des communications directes entre les animaux vivans et les êtres qui les entourent; celles-ci distinguent le plus l'animal du végétal; elles constituent sa supériorité : ce sont l'*irritabilité* et la *sensibilité extérieure*. Enfin, je range dans la quatrième classe la fonction qui communique la vie, qui perpétue les espèces; c'est la *génération*. Je vais esquisser les phénomènes de chacune d'elles.

4. Je nomme *sensibilité centrale* la fonction du cerveau, du cervelet et sur-tout de la moelle alongée, qui semble être le premier mobile de toutes les autres, dont l'entière intégrité est indispensable à la vie, au moins dans les animaux où ces organes importans sont bien constitués. Elle a une telle influence sur toutes les fonctions, qu'aucune d'elles ne peut exister si elle n'est pas dans toute sa plénitude. C'est ainsi que dans l'homme, les mammifères et les oiseaux, une pression même légère sur ces organes endort l'individu, le paralyse, affaiblit, altère ou annulle ses sens externes; une pression trop forte, une piqûre un peu profonde, une section ou une blessure qui pénètre au centre de la moelle alongée, détruit la vie avec la vîtesse de la foudre. C'est ainsi qu'on tue à l'instant même un animal en lui enfonçant un stylet entre la première vertèbre et l'occipital. On ignore entièrement la cause et le mécanisme de cette fonction éminemment vitale, comme presque tout ce qui tient aux propriétés vivantes de la pulpe médullaire du cerveau, du cervelet, de la moelle alongée.

5. La *respiration* n'est pas une fonction vitale immédiatement dans toutes les classes des animaux; elle n'a ce caractère que chez ceux où le sang est obligé de passer par l'organe respiratoire avant d'être envoyé à toutes les régions du corps, comme dans l'homme, les mammifères, les oiseaux. Chez les autres, où le sang n'est pas forcé de suivre à chaque moment de la vie la route indiquée, la respiration peut être ralentie, interrompue, partielle, momentanée, pério-

dique, irrégulière en général. Elle a pour but de mettre le sang en tout ou en partie, à chaque instant ou à certains intervalles, en contact avec l'air et l'eau aérée. Les poumons dans l'homme, les mammifères et les oiseaux, les branchies dans les poissons, les trachées dans les insectes et les vers, en sont les organes. Elle consiste en deux mouvemens alternatifs, l'un qui reçoit l'air ou l'*inspiration*, l'autre qui évacue l'air ou l'*expiration;* il s'y passe entre l'air et le sang un effet qui modifie celui-ci, le rend apte à la vie, et dont la chimie apprend, comme on le verra, à déterminer la nature. Elle contribue à maintenir la circulation, qui, dans un grand nombre d'animaux, n'aurait pas lieu sans elle. Le diaphragme, les côtes, les muscles qui s'y attachent en exercent les mouvemens dans les animaux les plus parfaits; dans les oiseaux elle est encore plus énergique, à raison des organes accessoires aux poumons, qui s'étendent chez eux jusque dans leurs os et leurs plumes. Elle extrait l'air de l'eau dans les poissons, qui ne peuvent vivre dans l'eau bouillie.

6. La *circulation* est le mouvement du sang du cœur dans les artères, de celles-ci dans les veines, qui le reportent au cœur. Elle a lieu sans interruption dans les animaux. Le cœur est doué d'une grande force pour chasser ce liquide, qui, en dilatant les artères, leur communique la pulsation : ce premier ordre de vaisseaux jouit d'une force de contraction qui pousse le sang jusqu'aux dernières ramifications; les veines n'ont pas la même force; le sang y marche par le flot qui le presse, par des valvules qui l'empêchent de rétrograder, par le vide que sa marche produit, par la pression des parties voisines et sur-tout des muscles. Cette fonction est double dans l'homme, les mammifères et les oiseaux; l'une est pulmonaire et conduit le sang par un court trajet des cavités droites aux cavités gauches du cœur; l'autre, générale, le porte de ces dernières cavités dans tout le corps et le ramène au côté droit : ces deux circulations forment entre elles une route qui dessine

assez bien un 8 de chiffre. Dans les animaux placés au-dessous des oiseaux, le cœur n'a plus le même nombre de cavités; le sang ne suit plus exactement la même route; la respiration n'est pas nécessaire à l'intégrité et à la continuité de son mouvement circulaire; les cavités, les canaux qu'il parcourt, le chemin qu'il fait, varient et vont en quelque sorte en se dégradant jusqu'aux dernières classes d'animaux. Les trois classes inférieures, les mollusques, les insectes et les vers ont le sang blanc, froid, un cœur peu organisé, ou un vaisseau dorsal qui en tient lieu, une circulation très-irrégulière et très-faible. Les zoophytes, la dernière classe, n'ont point de cœur ni de circulation.

7. La *digestion* consiste dans l'introduction des alimens dans un canal ou sac où ils changent de nature, se ramollissent, se dissolvent et se séparent en deux substances : l'une, le chyle, qui passe dans les vaisseaux pour y renouveler le sang et servir à la nutrition ; l'autre qui sort sous la forme d'excrément. Cette fonction est extrêmement variée, soit par ses organes, soit par ses résultats, dans les différentes classes d'animaux, et souvent même dans des genres divers de la même classe. On peut néanmoins y distinguer quatre temps : le premier, préparatoire, se rapporte au broiement, à la mastication et à la déglutition; le bol alimentaire est formé et conduit dans l'estomac dans ce premier temps ; le second, qui comprend la digestion dans l'estomac ou le changement de la matière alimentaire en chyle, en pulpe homogène ; le troisième, qui appartient à un second changement opéré dans l'intestin, et qui sépare la matière chyleuse d'avec la substance excrémenteuse; le quatrième enfin, qui représente l'absorption du chyle formé par les vaisseaux lactés et l'expulsion de l'excrément.

Ces quatre temps sont bien distincts dans l'homme, les mammifères, les oiseaux, les reptiles, les poissons et les insectes. Ils y offrent une foule de modifications déterminées

par la forme des organes de la manducation dépourvus de dents ou pourvus de dents de genres très-différens, destinées à broyer, à déchirer, à couper; par celle de l'estomac simple ou quadruple, ou divisé en poches, du suc gastrique plus ou moins dissolvant ou faible; par la nature et la quantité de la bile et du suc pancréatique, qui forment la seconde digestion et opèrent la séparation des alimens digérés en partie chyleuse et portion excrémenteuse; par la longueur très-variée du tube intestinal, qui est court en général dans les carnivores, et très-alongé et contourné dans les frugivores et granivores; par la forme, la grosseur, le tissu, la force secrétoire du pancréas, du foie, etc.

Cette fonction n'a pas les mêmes temps distincts dans quelques insectes, les mollusques, les vers et sur-tout les zoophytes. Chez ces derniers ce n'est plus qu'un simple passage de l'aliment dans un sac ou tube où s'opère une succion égale dans tous les points.

8. La *secrétion* est nommée ainsi parce qu'on croit qu'elle sépare du sang différentes humeurs. Elle est exercée par les glandes; c'est ainsi que la salive est séparée dans les glandes salivaires, la bile dans le foie, l'urine dans les reins, le suc pancréatique dans le pancréas, la synovie dans les glandes articulaires, le sperme dans les testicules, etc. etc. Ce n'est pas cependant une simple séparation qui supposerait chacun de ces liquides contenu et tout formé dans le sang; mais un véritable changement particulier de celui-ci dans chaque glande, comme je le ferai voir à la fin de cette section. Il n'y a pas de fonction plus générale, plus étendue et plus variée que celle-ci dans les animaux. Elle offre une foule de particularités dans les classes, les genres et même les espèces de ces êtres organisés, suivant les besoins particuliers de ces espèces. Elle consiste constamment dans une préparation du sang avant d'arriver à l'organe secréteur, dans son changement et la séparation de la matière secrétée au sein de cet organe

même, et dans la sortie ou l'éjection de cette humeur, souvent opérée par un canal excréteur. Cette dernière circonstance est due à une action vitale, à une espèce de mouvement irritable du canal excréteur, qui éprouve un orgasme, une érection bien marquée, au contact ou au simple aspect du stimulant qui lui est propre, comme la salive qui coule et jaillit des canaux salivaires à la vue ou même à l'idée simple de l'aliment vers lequel l'appétit se dirige, etc.

9. La *nutrition* est le terme de la digestion et de l'assimilation. La matière alimentaire convertie en chyle, versée sous cette forme dans le sang, assimilée par son mélange avec ce liquide, vivifiée par la respiration et la circulation, est portée par celle-ci dans les divers organes; elle dépose dans chacun d'eux la substance propre à le réparer en proportion exactement relative à la perte qu'il a faite. Elle se change sur-tout en lymphe qui, transportée par-tout et dans toutes les cavités, toutes les aréoles du tissu cellulaire, y fournit cette gelée muqueuse, plastique, disposée à former les lames transparentes et gélatineuses dont la plupart des matières animales sont formées. Voilà pourquoi on lui a donné pour base nourricière la lymphe, pour siége ou organe le tissu muqueux. Il faut cependant généraliser davantage l'idée de la nutrition, voir chaque organe musculaire, pulpeux, membraneux, parenchymateux, osseux, comme jouissant du caractère de s'approprier, dans le sang et dans la lymphe qui le traverse et le pénètre, la matière destinée à sa propre réparation. A la vérité l'excès de cette nourriture est repompé, avec la partie en quelque sorte usée et fondue de l'organe, par des vaisseaux absorbans, qui en la versant dans le torrent de la circulation, la renouvellent ou la transportent au-dehors par la transpiration. La nutrition est beaucoup plus active dans les premiers temps de la vie de l'animal, quand ses organes dilatables et extensibles jusqu'à un degré déterminé croissent au point d'atteindre ce terme. Voilà pourquoi à

cet âge les forces digestives sont plus énergiques, l'appétit plus grand et la quantité des alimens nécessaires plus considérable. Elle est modifiée dans les différentes classes d'animaux suivant leur nature, et très-simple dans les dernières.

10. L'*ossification* mérite d'être regardée comme une fonction particulière en raison du rôle important qu'elle joue dans les phénomènes de la vie; la formation des os dans les premiers temps de la vie des animaux a une grande influence sur leur existence et leurs forces. Quoique ce ne soit réellement qu'une secrétion de la matière osseuse ou solidifiable dans l'organe gélatineux qui fait la base des os, cette secrétion est si générale, elle tient une si grande place dans l'économie des animaux qu'on doit la considérer en particulier et l'étudier à part. Les os, après avoir été membraneux dans la première formation des animaux, se solidifient à leur centre et en rayons pour les os plats, dans trois points à leur milieu et à leurs deux extrémités dans les os longs; dans ceux-ci, les bouts restent quelque temps séparés du corps de l'os sous le nom d'épiphyses; ils ne se collent qu'au sixième environ du temps de la vie. Vers la vieillesse les os deviennent plus cassans, parce que la proportion du sel solide y augmente. Ces organes dont l'ensemble constitue le squelette font plus que donner la forme, l'étendue et le soutien aux diverses parties du corps des animaux. Ils sont encore les leviers mobiles les uns sur les autres, qui font prendre à ces parties des situations variées les unes par rapport aux autres, qui favorisent la loco-motion, qui servent l'exécution de tous les mouvemens et de toutes les actions qui en dépendent. On pourrait donc rapporter sous ce point de vue l'ossification à la classe des fonctions qui établissent une communication entre les animaux et les corps qui les environnent.

11. L'*irritabilité* est une des fonctions animales qui présentent le plus de merveilles et de phénomènes difficiles à concevoir. On nomme ainsi la puissance vivante par laquelle

les muscles ou les organes qui forment la chair des animaux se raccourcissent, changent de dimension, rapprochent et meuvent ainsi les os les uns sur les autres. Leur contraction ou leur resserrement sur leur longueur et leur dilatation en largeur et en profondeur, leur changement de dimension en général, s'opèrent à l'aide d'un stimulus que la volonté dirige, et qui paraît partir du foyer de la sensibilité centrale; il s'exécute par un mécanisme dont on ne connaît pas la cause. On sait que le concours des vaisseaux et des nerfs est nécessaire pour qu'il ait lieu dans les animaux, où l'on connaît ces derniers organes. On sait encore qu'en établissant entre les nerfs et les muscles une communication à l'aide de deux métaux différens, et qui se touchent, on fait naître ce mouvement à volonté; et cette importante propriété porte le nom de *galvanisme*, parce qu'elle a été découverte par Galvani, médecin italien. Enfin toutes les expériences ont appris que cette fonction, qui existe dans tous les animaux, est même très-énergique chez ceux dont la chair est blanche, et jusque dans les zoophytes, qui n'ont pas de cerveau et de nerfs connus. La piqûre, la chaleur forte, la lumière vive, les caustiques, excitent la contraction quand on les met en contact avec les muscles. C'est à cette grande propriété des fibres charnues que sont dus tous les mouvemens des animaux, depuis celui du cœur qui agit sans cesse et sans leur participation, jusqu'au plus petit de leurs muscles, qu'ils font mouvoir à leur volonté.

12. La sensibilité extérieure comprend tous les sens placés dans diverses régions du corps des animaux, mais plus particulièrement dans celle de la face, où ils sont presque tous réunis dans une ligne très-voisine du cerveau. L'étude de cette fonction, qui présente les organes et les sensations de la vue, de l'odorat, du goût, de l'ouie et du toucher, est de toutes les parties de la physiologie celle qui offre à l'observateur et le plus de faits remarquables, et le plus de va-

riétés dans la structure et l'étendue relative de chacune des sensations dans les diverses classes d'animaux. Ces sensations sont en général perçues par les extrémités nerveuses épanouies en gelée transparente au fond de l'œil, en cordons courts et pulpeux dans l'oreille interne, en filets plats et longs dans les narines, en papilles saillantes sur la langue, et en tubercules mousses et extrêmement nombreux sous la peau. L'impression faite par la lumière, par les sons, les odeurs, les saveurs, les surfaces, se transmet au foyer de la sensibilité centrale par les nerfs qui la propagent jusqu'à ce foyer nommé *sensorium commune*. Le sentiment de plaisir ou de douleur qui suit cette transmission et la comparaison de ces sensations diverses, successives, multipliées, modifiées, fait naître les idées et produit tous les mouvemens volontaires consacrés au soutien de la vie de l'animal, en leur donnant les moyens d'écarter ou de fuir ce qui leur nuit, de rapprocher ou de saisir ce qui leur convient. Aucuns des animaux n'ont, dans le nombre et le rapport de leurs sens et par conséquent dans celui de leurs sensations, cette harmonie, cette proportion qui constituent l'essence perfectionnable de l'espèce humaine.

13. La génération, la plus incompréhensible et la plus cachée des fonctions du corps des animaux, en perpétuant ces êtres, porte dans les individus qui sortent tous d'une même tige, une ressemblance de forme, de structure et de propriétés qui déterminent rigoureusement les espèces. On ne connaît guère dans cette fonction que les organes qui y servent, et le résultat de leur action réciproque ; le mode même de leur exercice, la cause de leurs effets, le mécanisme de la fécondation, sont couverts du voile le plus épais et le plus impénétrable pour l'homme. Néanmoins l'anatomie et la physiologie ont fait de nombreuses et importantes découvertes et ont fixé quelques vérités générales sur ce mystère. Elles ont appris que tous les animaux qui existent ont fait partie

intégrante d'animaux semblables à ceux dont ils se sont séparés; que cette séparation, ce détachement d'animaux de leurs pères se fait de plusieurs manières; que dans les plus simples et les moins compliqués dans leur structure il se forme, comme dans les végétaux, de bourgeons remplis de petits animaux semblables à ceux d'où ils proviennent, et qui s'en détachent à un certain degré d'accroissement, ou qu'un fragment de leur substance séparé d'un premier individu adulte, forme un animal tout semblable à celui-ci, comme les boutures dans les plantes; que dans d'autres, et c'est le plus grand nombre, le concours de deux organes, l'un sous le nom d'ovaire, contenant l'animal tout formé, mais inanimé et vivant, c'est l'organe féminin; l'autre chargé d'une liqueur susceptible d'exciter par le plus léger contact le mouvement et la vie de cet embryon, et c'est l'organe mâle; que ces deux organes, nécessaires à la fécondation et à la réproduction, sont quelquefois réunis dans un même individu de manière ou à se suffire à lui-même, ou à admettre une double production dans chaque individu alors androgyne; que le plus ordinairement les deux genres d'organes sont séparés dans deux individus de la même espèce, qu'on nomme sexe, et qu'ils exigent pour la fécondation leur réunion ou la copulation; que l'acte de cette réunion des sexes est sollicité par un besoin impérieux, par un appétit plus ou moins violent, qui a son temps dans chaque année; que cet appétit ne se montre ainsi qu'avec la propriété de le satisfaire et de l'engendrer, que lorsque l'accroissement de l'animal est fini, ou lorsque l'animal est parfait; qu'il paraît naître d'un excès de nourriture dont les organes qui ne croissent plus n'ont plus besoin; que c'est pour cela qu'il devient bien plus fort, bien plus fréquent et qu'il n'a plus de temps réglé lorsqu'on fournit aux animaux une nourriture très-abondante et très-succulente; que l'acte de la fécondation étant opéré, l'embryon animé par la liqueur spermatique grossit, soit dans le sein de la femelle,

soit hors de son sein; qu'après un certain temps déterminé il sort enveloppé dans une coquille ou une membrane sous la forme d'œuf, et qu'il n'a plus besoin que d'une certaine température pour éclore comme dans les animaux ovipares; que de même dans les vivipares l'embryon, devenu fœtus par la fécondation, se développe dans un temps donné, vit dans le sein de sa mère plongé dans un liquide et entouré de différentes enveloppes, et qu'il sort quand il a pris un certain accroissement; qu'une fois sorti de l'œuf ou de la matrice, le petit individu, dans les premières classes d'animaux, conserve encore quelque temps une structure particulière dans les organes de la respiration et de la circulation, mais perd peu à peu cette différence à mesure qu'il respire et qu'il se nourrit à la manière de ses parens; et qu'enfin au terme de son accroissement son être se complète ou se perfectionne à l'époque où le besoin de produire son semblable, de communiquer l'excès de vie dont il jouit dans toute sa plénitude, se fait sentir avec le dernier développement de ses organes.

ARTICLE III.

De la succession et de l'histoire des découvertes sur la chimie animale.

1. Quelque rapide que soit l'exposé de la structure et des fonctions des animaux compris dans les deux articles précédens, ils suffisent pour faire voir la différence qui existe entre eux et les végétaux : quoiqu'ils ne soient destinés qu'à servir d'introduction à l'examen de leurs propriétés chimiques, ils suffisent encore pour montrer que, malgré les différences qui se trouvent entre ces deux classes d'êtres, il existe cepen-

dant entre eux un plus grand nombre de rapports et d'analogies qu'on n'en remarque entre les plantes et les minéraux. Dans la recherche des véritables différences qui séparent ces deux ordres de corps organisés, les chimistes n'ont pas moins fait de travaux que les anatomistes; et si le succès de leurs expériences s'est laissé devancer par celui de la description et de la connaissance de leurs organes, la chimie moderne a réparé cette ancienne lacune qui ne tenait qu'à l'imperfection et à l'inexactitude des moyens et des instrumens qu'elle ne possède que depuis quelques années. Il est aussi curieux qu'utile de connaître comment cette science est parvenue au point où elle en est aujourd'hui dans ce genre d'analyse, par quelles phases elle a passé, et ce qu'on peut attendre d'elle d'après ce qu'elle a déja fourni à la physique animale.

2. Les anciens chimistes, occupés de rechercher des propriétés imaginaires dans la plupart des productions naturelles, soit pour la chimère du grand-œuvre, soit pour le traitement des maladies, n'ont donné que des erreurs sur les matières animales. Leur décomposition par le feu était la seule méthode qu'ils avaient suivie, et la source de ces erreurs. On ne trouve rien d'utile avant le milieu du dix-septième siècle. Peu de chimistes même s'en occupaient, soit à cause du désagrément et de la fétidité de cette analyse, soit à cause de sa difficulté, soit enfin en raison de la somme de connaissances réunies qu'elle exigeait et du peu de chimistes qu'elle intéressait, dans des temps où tous s'occupaient à l'envi de l'examen des minéraux. Je partage l'histoire de la chimie animale en huit époques, marquées chacune par quelque grande découverte qui les caractérise, plus que par le temps où chacune d'elles peut être fixée.

3. La première époque, qui date du milieu du dix-septième siècle jusqu'au commencement du dix-huitième, est remarquable par une espèce d'irruption que la chimie fit dans la médecine, en y transportant sa ridicule théorie des acides et

des alcalis. Elle succéda à la chimère des panacées, des élixirs de vie, des ors potables, que l'alchimie des adeptes avait auparavant jetée dans la pratique de l'art, et qui au moins était corrigée par l'avantageuse acquisition des remèdes mercuriaux, antimoniaux, de l'opium, etc. Tackenius, Willis, Vieussens, Sylvius, furent les plus fameux propagateurs de la médecine chimique, fondée sur les acides et les alcalis. Les fonctions des animaux s'exerçaient, suivant eux, par des effervescences et des fermentations; les humeurs acides et alcalines se mêlaient et se choquaient; les maladies naissaient des excès des unes ou des autres, et la thérapeutique leur opposait des médicamens de nature contraire. L'art de guérir fut infecté quelque temps de cette erreur; elle ne fut détruite que par la naissance de la physique expérimentale.

4. J'attache la seconde époque aux efforts que quelques grands médecins, également illustres par leurs connaissances en chimie, ont été obligés de faire pour détruire l'empire absurde et nuisible que la théorie des acides et des alcalis avait pris dans l'art de guérir. Après les premiers succès de la physique expérimentale; après la grande révolution opérée dans les sciences par les Bacon, les Newton et les Boyle, Stahl et Boerrhaave s'occupèrent à purger la médecine des erreurs qu'une chimie hypothétique y avait introduites. Ils furent forcés de porter même ses usages dans l'art de guérir presque jusqu'à l'inutilité pour combattre la théorie dominante; ils parurent presque mépriser les importans travaux et les premiers aperçus de Mayow, de Boyle, de Hales, qui avaient emprunté à la chimie de nouveaux moyens d'avancer la physique animale, pour repousser des atteintes fâcheuses qu'elle avait portées dans l'art salutaire. Leur grande influence sur tous ceux qui enseignaient, pratiquaient et étudiaient la médecine, eut le succès qu'ils avaient ambitionné; et l'on crut que la chimie ne devait avoir d'autre utilité en médecine que celle de lui fournir de nouveaux médicamens ou des améliorations

dans leur préparation. Cette deuxième époque date du commencement du dix-huitième siècle jusqu'à peu près au tiers de sa durée. La théorie des acides et des alcalis fut repoussée et bientôt oubliée.

5. La troisième époque de l'histoire de la chimie animale se rapporte au moment où l'opération du phosphore d'urine, trouvé par hasard en 1677 par Brandt, découvert quelques années après par Kunckel, préparé long-temps dans le seul laboratoire de Godefroy Hanckwyts à Londres pour toute l'Europe, fut enseignée à Paris par un étranger, et décrite en 1737 par Hellot dans les mémoires de l'académie des sciences. Ce procédé, quoique long, difficile, dispendieux et dégoûtant, fut comme le signal de la renaissance de la chimie animale, alors presque délaissée. On se mit à travailler avec ardeur sur l'urine. Margraff trouva que le sel *microcosmique* ou *fusible*, le phosphate d'ammoniaque, y était la source du phosphore; qu'il ne provenait pas du sel marin, quoique Stahl l'eût assuré; il donna un excellent procédé pour le préparer, au moyen du muriate de plomb ajouté à l'extrait d'urine, et qui servant à décomposer, sans qu'il le sût, le phosphate de soude, augmentait beaucoup la quantité du phosphore obtenu; il trouva même, si non la différence réelle de ces deux sels, au moins qu'il y en avait deux différens dans l'urine. Pott en 1740, Haupt et Schosser en 1753, décrivirent aussi les propriétés des sels fusibles ou des phosphates; Haupt distingua même le phosphate de soude sous le nom de *sel perlé*. Rouelle l'aîné, qui ouvrit vers cette époque ses cours à Paris, réussit, non seulement à faire le phosphore plusieurs années de suite, mais commença à multiplier ses recherches et ses produits sur les matières animales. En parcourant les procédés de son cours public en 1762, on reconnut qu'il avait fait faire à cette partie plus de progrès qu'elle n'en offrait dans les ouvrages de ses prédécesseurs, et sur-tout dans celui de Boerhaave.

6. La quatrième époque de ce genre de chimie, si nouvelle

encore et si peu cultivée, est assez exactement fixée par les travaux de Rouelle le cadet. Elevé depuis long-temps dans l'école de son frère, nourri des idées de ce savant chimiste, accoutumé sur-tout par de longues études pratiques à faire des analyses plus exactes et plus précises qu'on n'en avait faites jusque-là, distingué parmi tous les chimistes de son temps par une grande et précieuse habitude de bien reconnaître les corps et de les séparer habilement les uns des autres, il s'occupa particulièrement de la chimie animale qu'il semblait avoir prise dans une affection particulière. Il publia successivement dans le Journal de médecine de Paris, depuis l'année 1773 jusqu'en 1777, des recherches nombreuses et neuves sur les sels du sang, sur l'eau des hydropiques, sur l'urine humaine, l'urine de vache et de cheval comparées, sur le sucre de lait, sur le sang, sur les sels fusibles, sur l'urine de chameau. Il confirma la découverte de Menghini, faite en Italie sur la présence du fer dans le sang. Toutes ses analyses, décrites avec sagesse et simplicité, données sans application forcée à la médecine, offrirent des vérités nouvelles, qui répandirent du jour sur plusieurs points de la physique animale. Les médecins en profitèrent, ainsi que de celles du citoyen Cadet sur la bile, qu'il prouva être un savon en 1766. Bucquet alla un peu plus loin dans l'art d'analyser le sang. Poulletier de la Salle annonça quelques faits nouveaux sur une substance concrète et cristalline, contenue dans les calculs biliaires. La marche sage et réservée de tous ces travaux rappela les esprits vers l'usage avantageux de la chimie animale, et sur les secours qu'elle offrait à l'art de guérir. On s'appliqua alors avec succès à chercher des différences caractéristiques entre les propriétés chimiques des matières animales et des végétales. On trouva plusieurs acides animaux; on s'assura de la présence de l'acide phosphorique dans plusieurs humeurs animales. En un mot un nouveau courage s'empara des chimistes, et ce genre d'analyse prit un éclat qu'il n'avait jamais eu.

7. La cinquième époque que je distingue est remarquable par trois découvertes extrêmement saillantes sur l'analyse animale faites en Suède dans le même temps qui appartient à la précédente, mais connues un peu plus tard seulement en France. En 1772, Schéele pharmacien suédois, et Gahn docteur en médecine du même pays, trouvèrent l'acide phosphorique dans les os des animaux, dont ils firent connaître la matière solide pour du phosphate de chaux, et donnèrent les moyens d'en séparer ces matières qu'on n'y avait pas même soupçonnées jusque-là. Rouelle le cadet, Nicolas de Nancy, Berniard, Poulletier de la Salle et Macquer, confirmèrent cette découverte, et ajoutèrent plusieurs faits importans, soit à la nature comparée des os des divers animaux, soit aux procédés de leur analyse. Ce fut depuis qu'on trouva ce sel parmi les fossiles, et long-temps après qu'on reconnut que la chrysolithe en était composée. Schéele annonça en 1776 que le même sel, la base des os, existait dans l'urine humaine avec un excès d'acide phosphorique qui l'y rendait dissoluble. La même année, et dans le même mémoire, le chimiste suédois découvrit dans les calculs de la vessie humaine un acide particulier. Ce fut alors, et en comparant ces trois découvertes capitales à plusieurs faits de physiologie et de pathologie, qu'on reconnut généralement que la chimie, traitée de cette manière, pouvait être très-utilement appliquée à l'art de guérir, et que loin d'en avoir à craindre les erreurs qui en avaient déja compromis la destinée, on ne pouvait plus se passer de ses importantes applications.

8. Dans le même temps, à peu près, et en se confondant avec la précédente, quoique méritant d'en être distinguée par son objet et ses vues, se trouve placée une sixième époque, aussi importante que toutes celles qui ont été indiquées. Elle est formée par les premières données que la doctrine pneumatique, encore à son berceau, fournit à la chimie des matières animales. Lavoisier, en travaillant en 1774 à l'analyse de

l'air, apprécia avec exactitude l'ancienne mais trop vague comparaison qu'on avait faite de la respiration des animaux avec la combustion, reconnut qu'elle altérait l'air à la manière du charbon. Condorcet donna dès-lors le nom d'air vital à la partie respirable de l'air. Crawford trouva dans la respiration et dans l'air qui y sert, la source de la chaleur animale; Carminati découvrit que les mofettes, en asphixiant les animaux, détruisaient l'irritabilité du cœur et des muscles. Successivement Lavoisier fut conduit à étudier avec le citoyen Seguin qu'il associa à ses recherches, les phénomènes et l'influence de la transpiration, à reconnaître un grand rapport entre cette fonction et la respiration. Le citoyen Spallanzani faisait en même temps une sorte d'analyse vivante du suc gastrique, et confirmait sa qualité dissolvante, déja prouvée en en 1743 et 1744 par l'ingénieux Réaumur; il y reconnut de plus une forte propriété antiseptique. Cette carrière nouvelle, et qui mérite, comme on voit, de faire une principale époque dans l'histoire de la chimie animale, n'a pas été interrompue depuis. Elle a permis de répandre la plus vive lumière sur la physique des animaux, et de prouver qu'il se passait des phénomènes vraiment chimiques et appréciables dans l'exercice de leurs fonctions. C'est en quelque sorte une *chimie vivante* entrevue, il y a plus d'un siècle, par Mayow, poursuivie dans quelques points par Hales au commencement du dix-huitième, et reprise de nos jours par ses rapports aussi essentiels qu'immédiats avec les principaux phénomènes de la doctrine pneumatique qui s'y lient si naturellement.

9. La septième époque, plus importante encore que les précédentes, en raison du plus grand nombre d'objets connus ou éclaircis au moins, qu'elle renferme, et de la généralité qu'elle embrasse, appartient toute entière aux recherches du citoyen Berthollet. Ce grand chimiste, après avoir embrassé en 1784, lors de la découverte de la composition de l'eau, due à Lavoisier et au citoyen Monge, la théorie pneumatique qui lui parut

affermie par cette découverte, fit faire un pas bien nouveau à la chimie animale, en fixant la nature de l'ammoniaque que Schéele n'avait qu'entrevue, et en trouvant dans les matières animales une grande quantité d'azote. L'ammoniaque une fois connue comme un composé de cinq parties d'azote et d'une d'hidrogène, le citoyen Berthollet montra comment elle se formait si souvent par l'action du feu, par la putréfaction, etc. dans les matières animales si chargées d'azote. Il expliqua par là leur principale différence d'avec les substances végétales, consistante dans la production de cet alcali. Il prouva de plus que la présence des phosphates et l'abondance de l'hidrogène parmi leurs principes contribuaient beaucoup à cette différence. Il y a sur-tout dans ce genre de données nouvelles, dues au chimiste français dont je parle, et dans l'époque que j'en compose, un caractère qui les éloigne sensiblement des époques précédentes; c'est que cette septième époque offre un ensemble et un résultat plus généraux et plus complets qu'elles; c'est qu'il n'y est plus seulement question d'une seule substance, ou de quelques substances animales en particulier, mais de toutes ces matières à la fois; c'est que ce travail ayant donné une connaissance de toute la masse des composés animaux, ceux qui l'ont suivi ont pris une assurance, une rectitude, une stabilité qu'ils n'auraient point eues sans cela, comme va le prouver l'exposé de la huitième et dernière époque de cette esquisse historique.

10. Cette huitième et dernière époque comprend la continuation des travaux déja indiqués dans la septième, l'application devenue dès-lors plus immédiate et plus facile des analyses à la physique même des animaux, les succès non interrompus de ces mêmes applications, et la véritable existence d'une carrière nouvelle propre à expliquer les phénomènes les plus cachés de cette physique, pourvu qu'on ne cesse pas de la parcourir. C'est sur-tout de 1787 et 1788 que cette dernière époque doit être prise, et elle s'étend jusqu'au moment

ment actuel. On y trouve les nouvelles et estimables analyses du lait et du sang par les citoyens Deyeux et Parmentier, de la synovie et de l'humeur des vésicatoires par le citoyen Margueron, du foie des poissons cartilagineux par le citoyen Vauquelin, du sperme humain par le même chimiste, de la salive par M. Siébold; la découverte d'un nouvel acide animal, formé par la distillation, et nommé acide zoonique par le cit. Berthollet. Je n'ai pas cessé dans cette dernière époque, particulièrement, de continuer, en m'aidant de tous les nouveaux moyens de la chimie pneumatique, la suite des recherches que j'avais commencées depuis long-temps sur presque toutes les substances animales, aidé dans la plupart par mon élève et mon ami le citoyen Vauquelin; j'en ai publié un grand nombre en commun avec lui; quelques-unes me sont particulières. Un dénombrement rapide suffira pour en donner ici une idée : la conversion des corps enfouis dans la terre en une matière grasse, combinée d'abord avec l'ammoniaque; la ressemblance de cette matière grasse avec le blanc de baleine, avec la partie lamelleuse et concrète des calculs biliaires; sa généralité ou son abondance dans plusieurs substances animales, qui m'a engagé à la considérer comme un de leurs produits les plus constans, et à la désigner par le nom particulier d'*adipocire;* la proportion de gaz azote dégagé par l'acide nitrique de diverses substances animales comparées; l'existence de ce gaz dans les vessies natatoires des carpes; la présence de la gélatine et quelquefois de la bile dans le sang; la concrescibilité de l'albumine, due à la fixation de l'oxigène, et les variétés de cette humeur, dépendantes de la proportion de ce principe; la présence des phosphates, et sur-tout de celui de chaux dans beaucoup de liquides animaux, où on ne les connaissait pas, notamment dans le lait; l'absence de l'acide phosphorique dans l'urine des enfans; le benzoate calcaire qui remplace le phosphate de chaux dans celle des mam-

misères herbivores ; l'analyse des larmes et du mucus nasal ; leur épaississement catharral par l'acide muriatique oxigéné ; l'analyse des calculs intestinaux des chevaux, formés par du phosphate ammoniaco-magnésien, confirmée depuis par le citoyen Bartholdi de Colmar ; celle des calculs rénaux et vésicaux, formés de carbonate de chaux, qui admet chez eux les acides les plus légers et les plus faibles comme lithontriptiques ; les cornes, les poils, la transpiration de ces animaux, contenant et évacuant le phosphate de chaux ; la production de l'acide prussique par le calcul urinaire humain distillé ; le même, formé dans le traitement de toutes ces matières animales pas l'acide nitrique chaud ; la formation instantanée de l'ammoniaque dans toutes ces matières, traitées par les alcalis caustiques ; celle de l'eau lorsqu'on les traite à froid par l'acide sulfurique concentré ; la décomposition partielle du phosphate de chaux par les acides, la formation du phosphate acidule de chaux, et non pas le simple et pur dégagement de l'acide phosphorique : de sorte qu'on n'obtient pas, à beaucoup près, par les procédés donnés jusqu'ici tout le phosphore contenu dans les os ; une nouvelle analyse des calculs de la vessie humaine, qui y a prouvé la présence de quatre matières qu'on n'y connaissait pas, et qui en varient singulièrement la nature ; savoir, du phosphate ammoniaco-magnésien, de l'union de l'acide urique avec l'ammoniaque, de l'oxalate de chaux dans les calculs muraux, et de la silice, la plus rare, à la vérité, de ces matières calculeuses ; la fixation des véritables dissolvans du calcul, et leur variété nécessaire suivant la nature de ces concrétions ; un examen plus approfondi de l'urine humaine, et la découverte du phosphate ammoniaco-magnésien qui s'y forme, ainsi que d'une matière particulière qui donne à ce liquide ses propriétés caractéristiques, et que je nomme urée ; l'action médicamenteuse des substances oxigénées, tant invoquée depuis par plu-

sieurs médecins anglais ; la préparation de la graisse surchargée de ce principe, employée aujourd'hui avec tant de succès par un de mes élèves, le citoyen Alyon, qui a suivi particulièrement mes premières vues à cet égard, et les a poussées très-loin : telles sont les principales recherches qui m'ont occupé depuis l'époque sur-tout où mon ami Berthollet a fixé, par ses importantes découvertes, la marche jusqu'à lui incertaine et vacillante de la chimie animale.

11. Quoique ce ne soit point ici le lieu de faire voir comment tous ces travaux, toutes ces découvertes ont influé sur les progrès de la physique animale et de l'art de guérir, on doit facilement concevoir, d'après le simple exposé succinct que je viens d'offrir, combien d'applications utiles ont dû sortir de leurs résultats, et quels avantages ils promettent à la médecine. On sent que c'est la seule manière de déterminer les différences qui existent entre les diverses matières animales, d'expliquer leur formation et les altérations dont elles sont susceptibles ; de fournir à la physiologie ce que l'anatomie la plus déliée et l'observation la plus exacte et la plus multipliée de ce qui ce passe dans les animaux vivans, ne pourront jamais lui donner, puisque ces deux moyens s'arrêtent si promptement. Encore ces premières données, déja si importantes et si utiles, ne sont le fruit que du travail de quelques hommes. Malheureusement le nombre des travailleurs est bien peu considérable en raison des recherches immenses que cette partie de la chimie exige, et de la foule des questions à résoudre qu'elles présentent. A peine un vingtième des chimistes que l'Europe possède tournent-ils leurs vues sur cet objet. Que sera-ce lorsque devenues plus répandues, plus familières, lorsque précédées de tout l'intérêt qu'elles doivent inspirer, ces grandes recherches seront multipliées ; lorsque des hôpitaux destinés à cette utile investigation auront pris l'activité que leur importance réclame ; lorsque les médecins

ne négligeront plus aucune occasion d'analyser les matières morbifiques, etc.

12. C'est alors que toutes les parties jusque-là incohérentes des nouvelles découvertes sur la chimie animale se rapprocheront et se lieront par des rapports qu'il n'est encore permis que d'entrevoir et de soupçonner; c'est alors que s'élèvera peu à peu un monument dont nous ne faisons encore que recueillir les premiers matériaux. Quelques hommes, à la vérité, ont déja trop précipité les applications de la chimie moderne à l'art de guérir, et se sont trop vîte hâtés d'en former un système médical, soit sur la nature des maladies, soit sur l'emploi des remèdes. Quelque zèle que ces premiers efforts annoncent dans ces auteurs, on doit leur reprocher une exagération aussi nuisible à l'une qu'à l'autre des deux sciences qu'ils ont voulu lier par des rapprochemens prématurés. Ce ne sont pas comme autrefois des chimistes proprement dits qui ont osé se livrer à cette entreprise; ce ne sont pas surtout ceux à qui l'on doit les travaux les plus suivis, les expériences les plus nombreuses, les découvertes récentes sur les matières animales, qui ont essayé de faire un système chimique en médecine. Rouelle le cadet n'a jamais rien proposé de semblable; Schéele n'a exposé que les faits particuliers qu'il a découverts; le citoyen Berthollet, à qui on doit tant et de si ingénieux travaux sur cette chimie nouvelle, ne s'est permis que d'en faire quelques applications spéciales; et s'il m'est permis de me citer encore ici d'après les recherches dont je n'ai cessé de m'occuper depuis près de vingt ans sur cette partie de la science, content de recueillir des matériaux, on ne m'a point vu essayer même de fonder une théorie générale : je sens fortement, je suis bien convaincu que les efforts de la chime changeront quelque jour la face de la médecine, qu'ils y produiront une révolution heureuse comme dans toutes les branches de la physique :

mais cette époque n'est pas venue, et trop de lacunes restent encore pour admettre ces changemens. J'aurai soin de rassembler à la fin de cette section les applications importantes que l'état actuel de la chimie permet de faire à la physique animale, et d'y joindre en même temps plusieurs vues nouvelles qui se présentent naturellement : mais loin de former un système complet, on verra qu'elles prouveront seulement la nécessité de continuer les recherches et de ne plus abandonner un genre de travaux qui conduiront quelque jour au but desiré.

ARTICLE IV.

Des résultats généraux des expériences modernes sur les composés animaux.

1. Les travaux des chimistes modernes sur la chimie animale ne se sont pas bornés à ajouter une suite plus ou moins nombreuse de faits nouveaux ou de découvertes isolées à celles qui avaient été faites avant eux ; ils ont spécialement conduit les physiciens à des résultats généraux sur la nature des composés animaux. C'est même en cela que consiste la véritable différence de l'époque de la chimie pneumatique d'avec celles qui l'avaient précédée. Jusqu'à elle les faits chimiques anciens n'offraient ni concordance générale ni données qu'on pût appliquer à toutes les matières animales ; ils formaient des vérités incohérentes les unes avec les autres ; ils n'avaient permis aucun de ces rapprochemens qui constituent réellement la science et sans lesquels elle n'existe point.

2. Un des premiers objets de ces travaux a été d'examiner avec soin l'analogie annoncée depuis Boerhaave entre les

composés animaux et les composés végétaux. On les a trouvés rapprochés par leur complication ; on les a vus comme des matières qui ayant été d'abord végétales ont pris dans le corps des animaux, et par leur force vitale, une composition plus compliquée. On a pu considérer dès-lors les organes des animaux comme des espèces d'instrumens chimiques destinés à unir un plus grand nombre de principes entre eux que les instrumens végétaux, pourvu cependant qu'ils pussent agir sur des composés au moins ternaires, déja formés auparavant dans le tissu organique des plantes ; car une observation facile montrait qu'aucune matière minérale ne pouvait se changer immédiatement en substance animale dans le corps des animaux.

3. Pour établir cette comparaison qui devait cependant conduire à la détermination des différences, après avoir représenté les animaux comme formés, ainsi que les végétaux, de principes immédiats, dans le dénombrement desquels on avait rencontré un extractif dans la chair, etc., un mucilage gélatineux dans les membranes et dans les os, répondant à la gomme végétale, un sucre de lait répondant au sucre des plantes, des graisses représentant leurs huiles fixes, des résines, des acides particuliers, l'albumine analogue au gluten de la farine ; il était très-naturel, immédiatement après les travaux de Rouelle, qu'on continuât à regarder les matières animales comme de véritables matériaux immédiats des végétaux modifiés seulement dans quelques-unes de leurs propriétés.

4. Mais sans repousser entièrement une partie de ces analogies, on a bientôt reconnu qu'il ne fallait point les admettre avec trop de rigueur ; qu'elles offraient peut-être plus de différences que de ressemblances entre ces deux classes de corps comparés ; qu'aucun de ces matériaux immédiats ne pouvait être rigoureusement jugé de la même nature ; qu'on y rencontrait des caractères d'autant plus prononcés qu'on

les examinait avec plus de soin ; qu'ainsi les matériaux immédiats des végétaux qui passaient dans le corps des animaux y prenaient promptement, et par le plus léger travail de la vie, des propriétés bien différentes de celles qu'ils avaient primitivement. Outre que les substances diverses entrant dans la formation du corps des animaux présentaient comme matériaux immédiats une séparation plus facile, parce qu'elles étaient plus isolées les unes des autres, plus disposées à être séparées, on reconnut encore que celui de ces matériaux qui semblait le plus rapproché de quelqu'un de ceux du végétal s'en éloignait cependant beaucoup plus par sa nature intime, conséquemment par les phénomènes qu'il offrait dans les expériences chimiques, qu'on ne l'avait pensé d'abord.

5. L'altérabilité des matières animales, déja depuis longtemps vérifiée, annonça que la complication plus grande dans leur composition en était la principale cause ; on commença à concevoir nettement pourquoi elles étaient moins permanentes que les substances végétales, pourquoi elles se décomposaient et plus facilement et plus promptement, pourquoi leurs changemens étaient plus rapides, pourquoi elles ne restaient jamais dans le même état. Le nombre de leurs principes primitifs plus grand, quand il n'aurait été augmenté que d'un seul au-delà des trois qu'on avait bien reconnus dans les composés végétaux ; savoir, du carbone, de l'hidrogène et de l'oxigène, la seule addition de l'azote à ces trois premiers élémens constituans de la matière alimentaire végétale, addition apportée par les phénomènes et la puissance de la vie, suffit aux chimistes modernes pour expliquer leur altérabilité, en calculant la multiplication des attractions que ce nombre de principes devait faire naître.

6. Cette dernière notion, acquise sur-tout par la découverte du citoyen Berthollet, me conduisit à une autre non moins

générale et non moins importante sur la matière animale : c'est que, privée de l'azote qui en complique la composition, sur-tout à l'aide de l'action faible de l'acide nitrique, cette matière semblait rétrograder et repasser à l'état de substance végétale, telle qu'elle était avant d'avoir subi l'animalisation. C'est ainsi que je rendis facilement compte de la conversion abondante du composé animal en un acide semblable à celui que fait naître également l'art chimique dans les matières végétales, acide qu'il fournit même plus abondant que ne le font les matériaux des plantes, comme le citoyen Berthollet l'avait annoncé quelques années après la découverte de la préparation de l'acide du sucre ou oxalique par Bergman.

7. Cette complication dans la composition des substances animales, source commune de leurs différences en même temps que celle de leurs analogies avec les substances végétales, n'existe pas seulement dans l'addition de l'azote, mais encore dans celle du soufre et du phosphore ; ces trois corps combustibles, réunis au carbone et à l'hidrogène, sont le foyer commun des gaz fétides que répandent les composés animaux pendant leur décomposition, par quelque agent que celle-ci soit opérée. La tendance que deux d'entre eux ont à prendre la forme de gaz, et celle qu'ont les trois autres pour se dissoudre ensemble ou séparément et à des doses très-variées dans les deux premiers, et sur-tout dans le gaz hidrogène, sont les causes de cette fétidité qui a toujours été reconnue pour un des caractères les plus marqués des substances animales.

8. Il faut aussi compter parmi les importans résultats fournis par la chimie moderne sur la composition des substances animales et sur leurs différences générales, la présence des phosphates si exactement établie par Schéele, par le citoyen Berthollet, et par mes propres recherches dans ces matières. On verra bientôt que non seulement ces sels forment quel-

quefois le tissu presque entier de plusieurs organes, qu'ils donnent un caractère plus ou moins prononcé à quelques-uns des liquides des animaux, mais encore qu'ils jouent un très-grand rôle dans les phénomènes chimiques que les uns et les autres présentent à l'observateur, et qu'ils font naître quelques-unes des principales propriétés qu'on y découvre par l'analyse. C'est dans cette abondance des phosphates que consiste une des plus saillantes différences qu'offre au chimiste le composé animal comparé au composé végétal.

9. Enfin on doit rapporter à l'ensemble des découvertes modernes et à l'analyse nouvelle des matières animales, on doit ranger au nombre de leurs plus précieux résultats, la connoissance qu'elles ont fournie sur la proportion ou le rapport de quantité entre les principes constituans de ces matières. Sans cette connoissance toutes les autres seraient stériles; c'est elle qui les féconde en les complétant. On a trouvé que les matières animales contenaient plus d'hidrogène et moins de carbone que les végétales, plus de soufre et de phosphore, plus de phosphates de diverses bases que les composés végétaux, et que leur passage de l'état de ces derniers à l'état de composés animaux, ne consistait pas seulement dans l'addition de quelques principes et dans la complication de leur composition due à cette addition, mais encore dans le changement de proportion de ces principes.

10. Ainsi le résultat général de tous les travaux réunis sur l'analyse animale, celui qui renferme tous les autres résultats particuliers, qui leur donne naissance, qui en est la source commune, montre les matières animales comme des composés au moins quaternaires, formés par l'union de l'hidrogène, du carbone, de l'azote et de l'oxigène, auxquels sont souvent associés en proportion très-variable le soufre, le phosphore, la chaux, la magnésie et la soude. Ces composés, moins carbonés mais plus hidrogénés que les substances

végétales, sont portés à l'état d'oxides par l'oxigène qu'ils contiennent. La proportion de l'hidrogène y étant plus forte, l'azote y étant très-abondant, le phosphore et le soufre y réunissant souvent leurs attractions particulières, il en résulte des matières plus ou moins combustibles, faciles à décomposer, très-altérables, très-fétides dans la plupart de leurs altérations, très-disposées à prendre le caractère huileux, à fournir de l'ammoniaque. Voilà les vérités bien établies par les nouvelles découvertes : tout ce qui suivra cette exposition générale dans cette section n'en sera ou qu'un développement ou qu'une application.

SECOND ORDRE DE FAITS.

Des propriétés ou caractères chimiques des substances animales en général.

ARTICLE PREMIER.

De la considération générale de ce second ordre de faits.

1. Il ne suffit pas d'avoir énoncé dans le précédent article la nature générale des composés animaux : savoir de quoi ils sont formés en général donne bien une notion de leur différence d'avec les végétaux, et de leur manière d'être en particulier ; mais cette notion ne peut être considérée que comme une introduction à leur histoire chimique, comme un premier moyen d'arriver à traiter de celle-ci. Elle y conduit sans pouvoir y suppléer ; elle peut la précéder mais non la remplacer. Une fois bien conçue, elle mène à l'intelligence des véritables propriétés chimiques des matières animales ; mais jamais elle ne les constituera seule ; elle doit même exiger qu'on passe de la considération générale de cette composition à l'exposé des propriétés chimiques des matières animales.

2. En effet quand on connaît la nature des principes qui entrent dans la composition des substances animales, on peut expliquer les phénomènes qu'elles présentent lorsqu'on les met en contact avec différentes autres matières ; et ce sont ces phénomènes, leur manière de se comporter avec les di-

vers agens par lesquels on les traite, qui constituent les propriétés chimiques de ces substances. Il y a deux manières de considérer ces propriétés : ou bien on traite de celles qui appartiennent également à l'ensemble de ces substances, et qui se trouvent dans toutes à un degré plus ou moins marqué : ce sont leurs propriétés chimiques générales; ou bien on s'occupe de ces propriétés par rapport aux matières animales particulières, et celles-ci contiennent les caractères qui distinguent chacune d'elles en particulier. Les premières font l'objet de ce second ordre de faits; les autres seront examinées dans le troisième.

3. Quant aux propriétés du premier genre, ou à celles qui appartiennent en général à toutes les substances animales, on ne connaissait autrefois qu'une bien petite partie de celles qu'on a découvertes depuis une douzaine d'années; on ne s'occupait guère que de l'un des produits que l'on en obtenait par l'action du feu, et des phénomènes que montrait leur putréfaction; la production de ce qu'on nommait l'*esprit* et le *sel volatil*, et qui n'est, comme on le verra bientôt, que du carbonate d'ammoniaque, par la distillation. Ce n'était que par ce caractère que l'on distinguait alors les substances animales d'avec les matières végétales; mais depuis les découvertes modernes il existe un beaucoup plus grand nombre de propriétés distinctives, puisque le mode d'action de la plupart des corps sur les substances animales fournit autant de caractères propres à les distinguer.

4. Quoique ces propriétés générales puissent être aujourd'hui très-multipliées et divisées en autant d'espèces qu'il y a, pour ainsi dire, de corps qui agissent diversement sur les matières animales, il est facile de les rapporter à un certain nombre de chefs, que je réduis à neuf articles.

Dans le premier, je traiterai de l'action du calorique sur ces matières.

Dans le second, j'examinerai celle de l'air.

Dans le troisième, celle de l'eau.

Le quatrième aura pour objet l'action des acides.

Le cinquième celle des alcalis.

Au sixième appartiendront les propriétés que les substances animales présentent avec les sels, les oxides et les dissolutions métalliques.

Au septième je rapporterai celles qui naissent de l'action des substances végétales.

J'examinerai dans le huitième la propriété acidifiable des substances animales, et les principaux acides qu'elles donnent, sur-tout l'acide prussique.

Enfin le neuvième article sera consacré à l'examen de la putréfaction.

On doit voir que ces neuf titres renferment l'action de toutes les classes ou de tous les genres de corps sur les substances qui m'occupent, et qu'une pareille division ne doit rien laisser à desirer sur leurs propriétés générales et caractéristiques.

ARTICLE II.

Des propriétés tirées de l'action du calorique sur les substances animales en général.

1. Le calorique agit sur les substances animales en les décomposant plus ou moins rapidement, en changeant l'union de leurs principes, en en séparant des produits qui n'existaient pas tels dans ces matières. Jusque-là cette action générale ressemble à celle que cet agent exerce sur les substances végétales; elle s'en rapproche en tendant également à leur destruction, en isolant leurs principes, en les unissant dans un autre ordre, en détruisant la composition homogène qui les for-

mait. Mais cette analogie disparaît bientôt en grande partie, quand on examine avec attention ce qui se passe dans cette décomposition ignée ; les phénomènes sont extrêmement différens, et les effets plus compliqués qui ont lieu sont de nature à jeter le plus grand jour sur la nature même de leur composition primitive. Les découvertes auxquelles l'observation attentive de ce phénomène a donné lieu, et l'influence qu'elles ont eue sur la connaissance des matières animales, sont un des résultats les plus heureux et les plus utiles de la chimie moderne et de la doctrine pneumatique, à laquelle ces découvertes sont dues.

2. Quoique l'action d'un feu doux et l'intromission d'une légère quantité de calorique dans les matières animales en général se réduise, comme pour les matières végétales, à épaissir leurs liquides, à leur donner la forme concrète, à dessécher leurs solides, et à extraire des unes comme des autres une plus ou moins grande quantité d'eau ; comme on l'obtient par la distillation au bain-marie : cette action, toute faible qu'elle est, offre cependant des différences très-notables qui deviennent des caractères bien prononcés pour les substances animales. Un feu doux tend à coaguler celles qui sont liquides, et cette coagulation est accompagnée d'une opacité et d'un changement de nature ; celui-ci s'annonce par la saveur changée, par l'indissolubilité dans l'eau qu'acquièrent ces matières coagulées. L'eau qui se dégage au bain-marie, en partie contenue dans ces matières, en partie formée par l'action du feu, a une odeur fade particulière ; elle contient quelques matières qui lui donnent la propriété de se troubler, de déposer des flocons, et de se pourrir bien plus fortement et promptement que celle qu'on obtient des végétaux. Les solides animaux, chauffés peu fortement, éprouvent un changement de couleur, de consistance, de ténacité, d'odeur et de saveur qu'on connaît sous le nom de *cuisson*, et qui provient d'un commencement d'altération qu'on n'a pas encore exactement déterminé.

3. La différence d'action du calorique est bien plus forte lorsqu'on expose les composés animaux à un feu plus actif et au contact de matières combustibles enflammées ou rouges de feu. On voit ces matières s'agiter, se tordre, se plier en différens sens, montrer un reste d'irritabilité ou de mobilité à ce stimulus décomposant : on dirait qu'elles opposent encore, quoique mortes, une résistance à leur destruction. Quand ce mouvement presque convulsif est appaisé, les matières ainsi chauffées à feu nu, et dans un appareil ouvert avec le contact de l'air, se ramollisent ou se fondent, se boursouflent, exhalent une vapeur ou fumée abondante, blanche, jaunâtre ou rougeâtre, qui répand une odeur fétide que tous les hommes reconnaissent, et qui diffère beaucoup de ce qu'on sent dans les matières végétales traitées de même. Presque toujours une flamme ardente et vive succède à ces premiers effets, et la réduction en charbon ou en cendre plus ou moins colorée qui les termine, moins prompte et moins facile que dans les végétaux, annonce une substance huileuse, quelle que soit d'ailleurs primitivement la substance animale que l'on traite ainsi.

4. Quand on chauffe des composés animaux dans une cornue de verre lutée ou de porcelaine, à laquelle est adaptée un récipient muni d'un appareil pneumato-chimique, on obtient d'abord de l'eau plus ou moins abondante, suivant l'état liquide, mou ou visqueux de ces composés. Cette eau passe bientôt brune et trouble ; elle contient divers sels ammoniacaux ; elle est bientôt accompagnée de carbonate d'ammoniaque qui s'y dissout dans le premier temps, et qui se cristallise ensuite sur le bec de la cornue et les parois du ballon. A ce second produit succède de l'huile, qui augmente en couleur et en consistance vers la fin de l'opération ; pendant qu'elle passe, il ne se dégage plus d'eau, ou il s'en dégage bien peu. L'huile est accompagnée de carbonate d'ammoniaque qui continue à se sublimer, et dont partie est fondue

et dissoute par la vapeur huileuse très-chaude. En même temps des gaz plus ou moins abondans se développent et se rassemblent dans les cloches qui terminent l'appareil : si on les force de passer à travers l'eau de chaux, les dissolutions métalliques, l'acide muriatique oxigéné, ils précipitent la première en craie, les secondes en sulfures colorés, et ils déposent des gouttes d'huile et de la poussière charbonneuse dans le troisième. Quand la cornue qui sert à cette opération est poussée jusqu'à rougir dans son fond, on ne voit plus rien se dégager, ni sous la forme aérienne, ni à l'état liquide, ni à l'état solide ; la vapeur blanche qui remplit l'appareil des récipiens diminue et se condense, quoique le feu soit très-violent. Alors on arrête celui-ci, on laisse refroidir les vaisseaux ; on les délute ensuite, et on examine les produits après les avoir séparés, soit par leur place différente dans les vases de l'appareil, soit en les versant dans un entonnoir, où ils prennent chacun une portion relative à leur pesanteur spécifique. On a donc de l'eau colorée, du sel volatil concret, de l'huile animale, des gaz et du charbon. Chacun de ces produits mérite un examen particulier.

5. L'eau, comme je l'ai annoncé, varie en quantité, suivant l'état de la matière animale. On suppose cependant ici qu'elle provient d'une matière sèche ; car un liquide est traité au bain-marie, et coagulé ou épaissi avant d'être traité à la cornue. Cette eau n'était point contenue toute entière dans la matière animale, et elle s'est en grande partie formée comme je le ferai voir plus bas. Il ne s'agit d'abord ici que de sa nature. Sa couleur rouge ou jaune ou brune, son odeur fétide, sa saveur âcre, son état louche ou trouble, prouvent assez que ce n'est pas de l'eau pure. En la distillant à une double chaleur, ou en la rectifiant, quoiqu'il s'en sépare souvent du carbonate d'ammoniaque, elle passe ordinairement plus claire, transparente même. En la traitant avec la chaux, elle dégage de l'ammoniaque ; avec les dissolutions métalliques, elle les trouble

et les précipite ; avec l'acide phosphorique après la chaux et en la soumettant à la dissolution, on en obtient une liqueur acide particulière que le citoyen Berthollet a reconnue pour un nouvel acide, et qu'il a nommé *acide zoonique*. En un mot, on y trouve en dissolution un savon ammoniacal qui la colore, et plusieurs sels ammoniacaux qui peuvent être au nombre de cinq espèces différentes ; savoir, du muriate d'ammoniaque et du carbonate d'ammoniaque que l'on connaît ; du zocnate d'ammoniaque, du prussiate d'ammoniaque, et du sébate d'ammoniaque, que je ferai connaître ailleurs comme sels animaux particuliers. Ces cinq sels ne se trouvent pas constamment dans le produit liquide de la distillation de toutes les substances animales ; mais il contient toujours du carbonate d'ammoniaque et un savon ammoniacal. Il est quelques matières animales qui, après une fermentation, donnent de l'acétite ammoniacal au lieu de carbonate, ou en même temps que ce dernier. On voit que ce produit très-composé, qu'on nommait autrefois *esprit volatil*, et qu'on employait en médecine, était alors bien peu connu, et qu'on ne se doutait pas de sa nature singulière.

6. Le sel volatil concret et cristallisé que l'on obtient est du carbonate ammoniacal plus ou moins sali par de l'huile empyreumatique. L'ammoniaque est ici un produit du feu ; elle n'existe pas toute formée avant son action dans le plus grand nombre des substances animales. On a déja vu que sa production a été depuis long-temps regardée comme le principal caractère distinctif de ces substances ; mais sa source n'a été connue que depuis la découverte du citoyen Berthollet sur la nature de cet alcali, composée par cinq parties d'azote et d'une d'hidrogène. On voit qu'elle se forme par l'union immédiate de ces deux principes à l'époque où la plus grande partie de l'eau déja formée laisse de l'hidrogène libre, et où une température fort élevée augmente l'attraction de l'oxigène pour le carbone. Aussi se produit-il en même temps de l'acide

carbonique qui sature cet alcali volatil. On rectifie ce carbonate ammoniacal en le sublimant à un feu doux. La formation de trois autres acides accompagne souvent encore celle de l'ammoniaque, qui s'y unit en partie; et cette formation est due à la combinaison de trois bases combustibles simples à l'oxigène, comme je l'expliquerai ailleurs. On attribuait autrefois de grandes vertus à ce carbonate d'ammoniaque plus ou moins huileux; on croyait qu'il emportait de chaque matière animale d'où il provenait quelque principe qui lui donnait des caractères particuliers : tel était celui de la vipère, de la corne de cerf, etc. Aujourd'hui on sait qu'il est le même, de quelque matière qu'il ait été tiré. On verra par la suite que, quoique toutes les matières animales fournissent également ce principe, elles diffèrent beaucoup entre elles dans la proportion qu'elles en donnent. Il faut remarquer encore que quelques-uns des matériaux immédiats des plantes, spécialement l'extrait, le tannin, le glutineux, etc., et quelques plantes entières parmi lesquelles il faut distinguer les crucifères, les papavéracées, les champignons, les nitreuses en général, donnent à la distillation du carbonate d'ammoniaque, et que cette propriété, due à ce qu'elles contiennent de l'azote parmi leurs principes, leur avait fait donner par l'école de Rouelle le nom assez juste de *plantes animales*, quoiqu'on ignorât dans cette école de quelle source sortait ce produit.

7. L'huile obtenue dans la distillation des matières animales à feu nu n'était pas plus contenue dans ces matières que l'ammoniaque qui s'en volatilise; elle est également un produit de l'action du calorique sur leurs principes. Elle se forme à l'époque où une grande partie de l'oxigène de ces matières, absorbée par l'hidrogène pour constituer l'eau qui passe la première, laisse dans le résidu une plus grande proportion d'hidrogène qui rapproche ce résidu de l'état huileux. Cette huile diffère de celle que donnent les végétaux, traités de même, par son abondance, son état épais, concret, et sa

nature ammoniacale : elle verdit les couleurs bleues végétales ; elle a une odeur fétide et très-tenace. Dippel, chimiste de Berlin, a le premier rectifié cette huile pour l'usage médicinal : aussi lui a-t-on donné son nom. Cette rectification consiste à la distiller à une chaleur douce qui n'excède pas la température de l'eau bouillante, et mieux encore sur ce liquide même qu'on introduit dans une cornue avec l'huile, comme l'a conseillé Rouelle. L'huile animale rectifiée est blanche, très-liquide, très-odorante, très-volatile ; elle jaunit et brunit promptement par le contact de l'air et de la lumière. Il s'en sépare du carbone qui la colore.

8. Les gaz qui se dégagent des matières animales traitées à la cornue, que Halès avait pris pour de l'air, et qui lui avaient fait dire que ce principe était la cause de leur solidité, parce qu'au moment où ils s'échappent, ces matières perdent ordinairement leur cohérence, sont des mélanges de gaz hidrogène carboné, souvent sulfuré et même phosphoré en même temps, et de gaz acide carbonique. Ils sont d'une grande fétidité ; ils sont très-combustibles, et souvent brûlent avec une flamme huileuse : c'est à eux qu'est due l'odeur infecte que répandent les matières animales que l'on brûle à l'air ou que l'on distille dans des appareils mal clos, ainsi que lorsqu'on délute les vaisseaux où l'on a reçu leurs produits. En gardant long-temps ces gaz sur de l'eau, celle-ci se trouble ; il se dépose souvent sur les parois des vases une croûte brune noirâtre charbonneuse et sulfureuse ; souvent même on aperçoit des gouttes d'une huile brune épaisse précipitée et attachée au verre ; ce qui prouve que ces gaz entraînent une portion de ce corps en dissolution. Si on les fait passer dans l'eau de chaux, ils la précipitent en carbonate calcaire ; dans une dissolution nitrique de plomb, ils y forment un précipité brun noirâtre ; dans de l'acide muriatique oxigéné, il s'en sépare du carbone qui se précipite dans cette liqueur. On en fait l'examen et l'analyse par leur détonation avec du gaz oxigène dans l'eu-

diomètre de Volta, après en avoir séparé l'acide carbonique par une lessive d'alcali caustique. C'est ainsi que le citoyen Berthollet a reconnu leur nature.

9. Le charbon qui reste dans la cornue après la distillation d'une matière animale, ne retient que très-rarement la forme primitive de cette matière, parce qu'elle se ramollit, se fond et se boursoufle par l'action du feu. Il est plus dense, plus solide, plus adhérent au verre que celui des substances végétales; souvent même il fait corps avec les cornues, en telle sorte qu'on ne peut connaître son poids qu'après avoir pesé ce vaisseau avant l'opération, et en le repesant à la fin de l'opération. Sa proportion est moindre en général que celle des charbons végétaux; il n'est que rarement ou même presque jamais boursoufflé ou caverneux, à moins qu'on n'ait distillé un liquide albumineux ou savonneux; encore dans ce dernier cas ne trouve-t-on souvent qu'un enduit charbonneux qui occupe plus d'espace dans la cornue. Quelquefois le charbon animal est brillant, d'apparence métallique, et alors on le trouve fort analogue au carbure de fer. Sa combustibilité est en général très-faible; il faut le tenir fortement rouge, et l'agiter long-temps avec le contact de l'air, pour le réduire en cendre: on ne le voit pas brûler sensiblement ni se couvrir d'une couche de cendre comme celui des végétaux. Ce grand feu nécessaire pour les incinérer change souvent la nature de leur résidu, et en volatilise une partie des sels. La soude, le muriate de soude s'en dégagent; les phosphates qu'il contient se vitrifient. Aussi le citoyen Berthollet, pour analyser les charbons animaux, s'est-il servi du nitrate de potasse, en les faisant détoner dans des vaisseaux propres à recueillir les produits fluides élastiques et les résidus pulvérulens. J'ai employé le muriate suroxigéné de potasse au même usage. Ce caractère d'incombustibilité qui distingue si éminemment les charbons animaux, provient du peu de carbone qu'ils contiennent, de la densité qu'il y conserve, de son union avec des phos-

phates de soude et de chaux, d'oxides de fer et de manganèse qui l'enveloppent et le condensent.

10. Tous les effets du feu sur les matières animales qui viennent d'être décrits, tous les produits que j'ai examinés, prouvent que le calorique, en dénaturant ces matières, en en faisant une analyse compliquée, combine dans un autre ordre leurs principes constituans, et que les trouvant plus nombreux que ceux des substances végétales, il donne naissance à un plus grand nombre de composés nouveaux. L'eau y est formée moins abondamment, l'huile en plus grande quantité; l'ammoniaque sur-tout dans sa quantité leur appartient exclusivement; les acides qui s'y unissent annoncent tous comme l'ammoniaque une source d'azote abondante. Moins d'acide carbonique et plus de gaz hidrogène que dans les produits des végétaux, décèle une proportion moindre de carbone et plus forte d'hidrogène dans les substances animales. Le soufre et le phosphore qui modifient leurs gaz annoncent la présence de ces deux combustibles dans ces substances. La suite de ces effets du feu et des produits qu'il fait naître vient donc de la complication primitive des composés animaux, du jeu multiplié de leurs principes les uns sur les autres, des attractions plus nombreuses qu'ils exercent réciproquement. Aucun de ces effets du calorique, très-propres à éclairer sur la nature de ces composés, quoiqu'on les ait cru autrefois très-obscurs et presque inexplicables, n'entraîne aujourd'hui de véritable difficulté; et c'est un des plus beaux résultats de la chimie pneumatique, que d'en avoir fourni une explication claire et facile à concevoir. Elle a su tirer un grand parti de ce qui n'avait été long-temps qu'un sujet d'erreurs et d'obstacles à ses progrès.

ARTICLE III.

Des propriétés des matières animales traitées par l'air.

1. Les propriétés que présentent les matières animales exposées au contact de l'air, et par le fait même de cette exposition, sont moins générales et moins constantes que celles qu'y fait naître l'action du feu ; elles varient bien plus entre elles, suivant la nature diversement modifiée de ces matières, que les précédentes. En général, celles qui sont solides n'offrent que très-peu d'altération ou une altération très-lente par l'action de l'air : ce ne sont guères que les substances animales liquides qui changent bien plus sensiblement par l'impression de l'air ; et c'est d'après ces changemens que j'énoncerai ici les propriétés de ces matières, en les rapportant à un certain nombre de généralités.

2. Je trouve six effets différens de la part de l'air sur les substances animales, indépendamment à la vérité de ceux qu'il peut produire dans les animaux vivans ; car les caractères généraux de ces substances que j'examine sont pris sur-tout dans leur état de mort ; le mouvement vital les fait varier ou les complique, et il faut commencer par déterminer ce qui leur arrive sans le principe vital qui les anime, avant de pouvoir atteindre les phénomènes qui accompagnent leur état de vie. Ces six effets de l'air se rapportent, 1°. à l'absorption de l'oxigène ; 2°. à la concrétion qu'il y produit ; 3°. à la coloration qu'il fait naître ; 4°. à la combustion lente qu'il y excite ; 5°. à l'altération qu'il éprouve lui-même ; 6°. enfin à la décomposition qu'elles subissent par le mouvement intestin qu'il y provoque. Je vais reprendre de suite chacun de ces effets.

3. Presque tous les liquides animaux ont la propriété d'ab-

sorber le gaz oxigène atmosphérique ; ceux qui sont visqueux, collans, savonneux, la possèdent à un assez haut degré. On le prouve en les laissant exposés à l'air dans des cloches, en les voyant s'élever dans ces vaisseaux, en examinant ensuite le gaz résidu par les procédés eudiométriques. On reconnaît qu'il contient beaucoup plus de gaz azote, et qu'il est même quelquefois réduit à ce gaz pur, lorsque l'exposition à l'air a été longue. Ce gaz reste simplement condensé, et particulièrement combiné pendant quelque temps : aussi les liquides oxigénés se boursouflent-ils considérablement sous le vide ou par l'action de la chaleur. Peu à peu l'oxigène s'y fixe plus solidement, s'y combine intimement, et change leur nature en les oxidant plus qu'ils ne l'étaient.

4. La concrétion des liquides animaux qui suit l'absorption de l'oxigène est facile à observer, et ne laisse aucun doute sur l'existence et la vérité de ce second effet dans le blanc d'œuf, le serum du sang, l'eau des hydropiques, etc., exposés à l'air. On y voit des flocons se former, s'y tenir suspendus et se précipiter. En agitant ces mêmes liquides dans l'air, ils prennent une telle disposition à la concrétion, qu'une partie se solidifie. C'est ainsi que se forment les membranes factices connues à Cos, il y a plus de deux mille ans, et décrites par Hippocrate. L'eau aérée produit le même effet par son mélange et son agitation avec ces liqueurs. Le blanc d'œuf exposé à l'air, l'œuf gardé se cuit et se durcit bien plus facilement que l'œuf très-frais. Ce phénomène se lie avec la formation et la régénération de l'épiderme ; il explique les *forces plastiques* des anciens ; il substitue un fait de physique simple à une qualité occulte ; il se présente dans le mécanisme de la nutrition.

5. Mille phénomènes prouvent la coloration portée dans les substances animales par le contact de l'air et la lente absorption de l'oxigène. Les solides même n'échappent point à cet effet constant. Les os et l'ivoire jaunissent ; la peau brunit et noircit à l'air ; le sang y rougit et prend ce pourpre éclatant

qui le caractérise, tandis que sa partie privée du contact de l'atmosphère reste foncée et presque noire. Les liquides blancs albumineux et gélatineux jaunissent ; les graisses deviennent citrines ou orangées ; la cire et le blanc de baleine jaunissent ; les couleurs du kermès, de la cochenille, de plusieurs vers, de quelques mollusques prennent leur plus grand éclat par le contact de l'air ; la bile, l'urine, la sueur elle-même acquièrent une couleur plus intense dans l'atmosphère ; les écoulemens blancs du nez, de la poitrine, de l'urètre, des ulcères, jaunissent ou verdissent ; tous les produits animaux marins se foncent et brunissent quand on les tire de l'eau et qu'on les plonge dans l'air ; la putréfaction est accompagnée et ses temps sont marqués de beaucoup de nuances diverses.

6. Les premiers effets qui viennent d'être exposés, en annonçant une attraction remarquable entre les matières animales et l'oxigène, indiquent assez clairement qu'ils représentent une espèce de combustion lente qui les fait passer à l'état d'oxides, et qui, dans quelques cas, rares à la vérité, leur donne même le caractère d'acides : c'est ainsi que l'acide acéteux se produit dans plusieurs des matières exposées à l'air, sur-tout dans le lait et l'urine. La disposition à la coagulation par le feu, ou à la concrescibilité spontanée, qu'elles acquièrent dans cette circonstance, répond à la forme solide et concrète que prennent les huiles qu'on y expose, et représente une véritable oxidation qui a ses bornes et son terme, au point où la matière animale qui l'éprouve est saturée, et ne peut plus absorber une plus grande proportion d'oxigène. Cette analogie, avec la concrescibilité des huiles végétales, doit faire considérer les composés animaux comme rapprochés du caractère huileux ou très-disposés à le prendre.

7. Les quatre phénomènes énoncés n'ont pas lieu sans que l'air lui-même subisse un changement, une altération plus ou moins considérable. Quand une matière animale y a été quelque temps exposée, on trouve cet air moins chargé d'oxi-

gène, plus saturé d'eau, contenant beaucoup d'acide carbonique, et infecté par une odeur désagréable. Ces quatre changemens répondent à quatre genres d'effets de la part des substances animales ; elles absorbent immédiatement une portion de l'oxigène atmosphérique ; leur hidrogène brûle rapidement et forme l'eau ; leur carbone détruit encore une partie du gaz oxigène qui le dissout et l'acidifie; enfin, une portion de la matière animale même déja fort altérée et corrompue, ou au moins les gaz hidrogène sulfuré, phosphoré et carboné qui s'en dégagent, donnent à l'air un caractère de fétidité bien marqué. On conçoit ainsi la cause de l'infection et des propriétés nuisibles qu'acquiert l'air dans les chambres des malades, dans les hôpitaux trop étroits, etc., et peut-être même la manière dont certaines fièvres, etc., se communiquent.

8. A mesure que les matières animales absorbent l'oxigène atmosphérique, se disposent à la concrescibilité, se colorent, éprouvent d'abord une véritable combustion lente, et versent en même temps dans l'air divers principes qui en changent la nature, ces matières marchent sensiblement vers une décomposition spontanée qui tend à les détruire ou à les réduire à des composés plus simples, à des combinaisons binaires. On les voit de jour en jour varier dans leur consistance, leur couleur, leur odeur : il s'en dégage des effluves et des gaz fétides ; leur volume change, leurs principes s'exhalent ; il s'y forme de l'eau, de l'acide carbonique, de l'ammoniaque, de l'acide nitrique : en un mot, elles subissent le mouvement intestin qui les détruit, en sépare une portion sous forme gazeuse, et laisse une partie de leur résidu fixe dans l'état de terreau. La putréfaction, l'un des caractères les plus prononcés des composés animaux, l'un des phénomènes qui méritent le plus d'être étudiés avec soin, sera décrite dans un des articles suivans. Je ne l'ai indiqué ici que pour montrer la série des effets de l'air sur ces matières ; car le contact de l'air la favorise et l'accélère.

9. Si l'on compare ces six effets indiqués entre eux, on trouve pour résultat une grande altérabilité dans les substances animales ; on reconnaît que ce résultat est d'accord avec celui de l'action du feu, qu'il dépend de la composition compliquée de ces substances, du nombre des principes primitifs qui les constituent, des attractions multipliées qu'ils exercent les uns sur les autres, et de la légéreté même de la cause nécessaire pour mettre toutes ces attractions en jeu. On y voit encore des composés formés, pour la plus grande partie de leur masse, de corps combustibles, portant dans l'ensemble de leur composition, comme dans chacun de leurs principes en particulier, une grande tendance pour s'unir à l'oxigène, l'absorbant d'abord dans leur intégrité, s'y dissolvant ensuite dans leurs élémens qui se séparent, et éprouvant ainsi des changemens successifs qui les conduisent peu à peu à une décomposition totale. La différence remarquable de la volatilité de quelques-uns de ces principes et de la fixité de quelques autres, rend encore cette théorie générale plus assurée et plus facile à concevoir. On la verra de plus en plus fortifiée et confirmée dans les articles suivans.

ARTICLE IV.

De l'action de l'eau sur les matières animales, et des propriétés caractéristiques qu'on peut tirer de cette action.

1. Quoiqu'on ait eu de fréquentes occasions d'examiner l'action de l'eau sur les substances animales ; quoique les expériences sur cette action soient très-multipliées, même dans l'économie domestique et dans une foule d'arts, on n'a point

encore toutes les connaissances qu'elle semble devoir fournir sur leur nature, et l'on n'en a pas tiré tous les caractères propres à les distinguer des matières végétales. Il en existe cependant d'assez marqués et d'assez saillans pour pouvoir établir des distinctions importantes entre ces deux classes d'êtres, et je vais les exposer ici.

2. L'eau froide pénètre par le seul contact les matières animales les plus solides; elle en écarte les fibres et les lames ou les plaques; elle rend leur tissu plus sensible en le grossissant et en le distendant; elle tend à séparer leurs faisceaux ou leurs couches, et, sous ce point de vue, elle sert à l'anatomiste lorsqu'il veut aller plus loin dans la connaissance de leur structure que ne le conduisent son scalpel et la dissection la plus soignée. Il y a des matières animales qu'on trouve toujours étendues d'eau, liquéfiées par elle, et lui devant leur état comme la mobilité qui en permet le mouvement et le transport dans différentes parties du corps des animaux. La plupart des liqueurs animales sont bien miscibles à l'eau; et si l'on en excepte les solides, toutes les parties animales se dissolvent dans ce liquide.

3. Lorsqu'on fait agir l'eau chaude et bouillante sur les matières animales, il en est plusieurs qui, indissolubles dans ce liquide froid, se dissolvent promptement et facilement à l'aide de l'activité que lui communique le calorique. Tels sont la plupart des tissus membraneux blancs qui se fondent dans l'eau bouillante, et forment ensuite avec elle des gelées par le refroidissement, et des colles par l'évaporation; c'est pour cela qu'on nomme ces tissus *gélatineux* en chimie. En donnant à l'eau, par la pression dans le digesteur de Papin qui en empêche l'évaporisation, une beaucoup plus haute température que celle de l'eau bouillante, on parvient même à ramollir les os, et à leur faire prendre l'état gélatineux. Les tissus cornés et cartilagineux passent à cet état beaucoup plus facilement et promptement encore.

4. Il y a des matières animales liquides, analogues au blanc d'œuf, et qu'on nomme à cause de cela *albumineuses*, qui éprouvent par l'action de l'eau chaude au dessus de 48 degrés, une coagulation, un durcissement et une opacité que tous les hommes connaissent. Cette propriété, qui est l'opposé de la dissolubilité gélatineuse, annonce, dans les matières qui en sont susceptibles, une nature très-différente, et elle a mérité d'occuper beaucoup les chimistes et les médecins. Tandis que ceux-ci l'ont décrite comme une force particulière et vivante, qu'ils ont nommée *plastique*, les premiers ont reconnu qu'elle dépendait de l'état oxigéné des liquides animaux, ou qu'au moins elle suivait cet état; qu'elle était due, comme je l'ai fait voir dans l'article précédent, à la combinaison intime, à la fixation de ce principe.

5. L'effet le plus généralement connu de l'action de l'eau chaude sur les solides animaux non dissolubles, est la cuisson des viandes. Les chimistes n'ont cependant point encore exactement déterminé le mécanisme de cet effet. On sait qu'il en résulte, dans les matières cuites, une perte de leur ténacité, un ramollissement, un changement de tissu, de couleur, de saveur et d'odeur, qui les rendent agréables à l'organe du goût et faciles à digérer. Il paraît que la coction consiste dans un changement de proportion et d'état dans la composition animale, la fusion de la gélatine, la coagulation de l'albumine, et une sorte de macération de l'organisme fibreux, d'où provient la facilité d'être broyé par les dents, et réduit en une pâte molle et ductile par la mastication. Cette propriété est très-différente de la coction qu'éprouvent les substances végétales, et le changement que ces dernières subissent est très-distinct et moins sensible pour tous les hommes, puisque tant de matières végétales peuvent servir d'alimens dans leur crudité, tandis que l'espèce humaine civilisée ne peut pas manger de substances animales crues.

6. Une longue macération dans l'eau change encore le

tissu et la nature des substances animales, d'une manière si différente de ce qu'elle produit sur les végétaux, qu'on doit en tirer un caractère bien tranché pour établir entre ces deux classes de composés organiques une différence bien marquée. Presque toutes les matières animales, plongées dans l'eau, se convertissent en une substance grasse, voisine du blanc de baleine, que j'ai déja indiqué sous le nom d'*adipocire*. Il s'y forme en même temps de l'ammoniaque qui se dissout, et de l'acide carbonique qui s'exhale. On sait que dans pareille circonstance les matières végétales noircissent et se charbonnent. Ce phénomène, de la part des matières animales, tient à leur putrescibilité; et il suffit ici de l'énoncer, parce que sa cause et ses résultats seront traités avec plus de développement à l'article de la putréfaction.

7. Il est évident, d'après ces effets de l'eau sur les composés animaux, que leur cause générale qui détermine leurs différences de ce qu'éprouvent les matières végétales, est fondée sur la composition plus compliquée de ces corps. C'est toujours la proportion moindre du carbone et de l'oxigène, et plus forte de l'hidrogène et de l'azote, qui donne naissance aux changemens énoncés, aux phénomènes décrits. Si ces changemens sont plus nombreux, plus variés, plus considérables, c'est qu'ils se passent dans des matières dont les principes constituans sont plus multipliés, et qui obéissent à un plus grand nombre d'attractions à la fois; c'est qu'ils ont lieu dans des matières dont l'équilibre de composition est bien plus facile à troubler que celui qui existe dans les composés végétaux moins compliqués que ceux-ci.

On voit dans cette explication simple un accord qui ne se dément pas, entre ce qui suit l'action de l'eau et les effets des autres agens qui ont été étudiés dans les articles précédens. Cet accord se retrouvera dans tous les articles qui vont suivre.

ARTICLE V.

De l'action des acides sur les substances animales, considérée comme caractère de ces substances.

1. La manière d'agir des acides sur les substances animales fournit aujourd'hui aux chimistes un moyen de caractériser encore ces composés, et d'en apprécier la nature. La science a fait de grands progrès sur la connaissance de cette action depuis l'établissement de la doctrine pneumatique; et elle doit sur-tout beaucoup aux travaux des chimistes français, spécialement à ceux des citoyens Berthollet, Vauquelin et moi. Il y a deux considérations principales à présenter sur cette action des acides : l'une appartient à tous ces corps, et est générale entre eux; l'autre est relative à chacun des acides en particulier, et diffère suivant leur nature spéciale. Je vais suivre cette double manière de les envisager.

2. Tous les acides peu concentrés conservent les matières animales et les préservent de la putréfaction; aussi ont-ils toujours passé pour des antiseptiques puissans, et les a-t-on placés à la tête de ces médicamens. Tous ont aussi la propriété de coaguler les liquides albumineux et de les épaissir, de fondre rapidement les organes gélatineux et membraneux, de conserver la fluidité des liquides de la même nature, et de les empêcher de se prendre par le refroidissement, comme ils ont coutume de le faire seuls; ils ramollissent et dissolvent aussi, à l'aide de la chaleur, les organes fibreux, ou ceux qui contiennent dans leur tissu la matière qu'on nomme *fibrine*. Cette dissolution prend souvent la forme tremblante et gélatineuse. Ils fondent et décomposent en partie les substances animales solides, et en changent le phosphate de chaux en sel acidule. Enfin, tous les acides, laissés long-temps

en contact avec la plupart des composés animaux mous, membraneux ou fibreux, les altèrent à la longue, en convertissent une partie en ammoniaque, et se trouvent ensuite plus ou moins saturés par cet alcali.

3. L'action particulière de chaque acide est déterminée par sa nature propre ; elle est, en général, d'autant plus forte et susceptible de décomposer les matières animales, qu'ils sont eux-mêmes plus faibles dans leur composition intime, que leurs radicaux tiennent moins à l'oxigène. Il en est aussi qui, sans se décomposer aussi facilement, agissent sur ces matières par leur seule puissance acide. Cette action varie d'ailleurs suivant l'état de concentration de chacun de ces acides, suivant la quantité qu'on en met en contact avec les matières animales, suivant l'état plus ou moins solide ou mou de ces matières, enfin suivant la température à l'aide de laquelle on les fait agir réciproquement. Parmi les acides divers qui exercent une influence plus ou moins marquée et plus ou moins différente sur les composés animaux, il faut sur-tout distinguer l'acide sulfurique, l'acide nitrique, l'acide muriatique et l'acide muriatique oxigéné : ils renferment tout ce qu'on peut considérer dans cette action particulière ; car les autres, et notamment le phosphorique, l'acéteux, le citrique, le tartareux, l'oxalique, se rapprochent singulièrement du muriatique. Il ne faut pas oublier non plus que les quatre premiers, pris dans un état faible, n'exercent jamais que les actions générales qui ont été indiquées ci-dessus.

4. On avait observé autrefois dans la manière d'agir de l'acide sulfurique sur les matières animales, le ramollissement qu'elles éprouvent, la coloration plus ou moins foncée qui les affecte : on avait cru que cet effet annonçait une sorte de demi-combustion au delà de laquelle on ne voyait rien, et qu'on avait comparée à l'action du feu. En examinant, le citoyen Vauquelin et moi, les phénomènes de cette action, nous avons reconnu que cette ancienne notion était erronée,

et qu'il se passait entre ces corps une série d'attractions qui en changeait la nature tout autrement qu'on ne l'avait pensé. Quand on plonge une matière animale, de la chair par exemple, du blanc d'œuf, du sang épaissi, dans de l'acide sulfurique concentré ; et quand on laisse spontanément agir ces deux corps, on voit d'abord la matière animale se colorer successivement en fauve, en rouge, en brun et en noir, se ramollir, se diviser, se fondre, former une espèce de pâte. Le mélange s'échauffe, il ne se dégage rien ; et en l'examinant, quand l'action est terminée, on trouve l'acide sulfurique affaibli par de l'eau qu'il ne contenait pas d'abord ; la matière animale est charbonnée, et des molécules ou glèbes graisseuses s'en détachent. Si l'on analyse l'acide sulfurique, on le trouve en partie saturé d'ammoniaque et de soude. On reconnaît ainsi qu'il a décomposé la substance animale, qu'il en a séparé de l'hidrogène et de l'oxigène, qui se sont unis pour former l'eau nécessaire à sa saturation ; qu'une autre portion a composé de l'ammoniaque, une troisième a passé à l'état de graisse, et une quatrième à celui de résidu charbonné.

5. En étendant ensuite l'acide d'une assez grande quantité d'eau, en le filtrant pour séparer la graisse et la matière charbonnée, et en analysant la liqueur filtrée, on y trouve du sulfate d'ammoniaque, du sulfate de soude, du sulfate de chaux, et une quantité plus ou moins grande d'acide acéteux qu'on peut obtenir par la distillation. Il est donc prouvé par là que l'acide sulfurique a décomposé les sels de soude et de chaux contenus dans la matière animale ; qu'il l'a convertie en ammoniaque, en acide acéteux, en eau, en corps graisseux et en charbon. On trouve ici une analogie avec son effet sur les substances végétales, décrit dans la précédente section ; et pour différences bien remarquables la formation de l'ammoniaque, celle de la graisse, et la production des sulfates de soude et de chaux. Il serait superflu

d'expliquer en détail les causes de ces différences, puisque ce qui a été dit jusqu'ici montre assez qu'elles résident dans l'azote des matières animales, dans la proportion plus grande de leur hidrogène, et dans la présence des sels phosphoriques.

6. Si, au lieu de laisser agir spontanément l'acide sulfurique sur les substances animales, on aide son action par la chaleur, son effet devient et plus rapide et plus profond. Ce n'est plus seulement, comme dans le premier cas, la tendance de l'acide à se saturer d'eau qui opère la décomposition de ces substances, et qui met en jeu les attractions compliquées propres à changer leur nature. Les principes même de l'acide sulfurique tendent à se séparer ; l'attraction de l'hidrogène et du carbone des matières animales pour l'oxigène de l'acide, croît par l'addition du calorique ; un plus profond changement altère leur nature et leur composition. Il n'y a plus de corps huileux formé, d'eau simplement constituée pour la saturation de l'acide qui ne conserve plus son caractère ; la matière animale approche beaucoup plus du dernier terme de sa décomposition. Aussi voit-on naître une effervescence qui se prolonge ; se dégager de l'acide carbonique, du gaz acide sulfureux, du gaz hidrogène sulfuré et carboné. Il passe beaucoup d'eau en distillation ; car on doit faire l'expérience dans un appareil distillatoire : l'acide acéteux est détruit ; on obtient du sulfite d'ammoniaque, et la quantité du résidu charbonneux est moindre que dans le premier cas.

7. L'acide nitrique se comporte tout autrement avec les matières animales, parce qu'il est beaucoup moins fort et moins permanent, comme acide, que le sulfurique ; parce que sur-tout il est infiniment plus décomposable et beaucoup plus oxigéné. On avait remarqué autrefois qu'il colorait ces substances en un jaune citron, et qu'il ne les charbonnait pas comme le précédent. Sa manière d'agir sur les végétaux, expliquée assez longuement dans un des articles de la section qui les concerne, va me servir ici à rendre compte de celle

qu'il exerce sur les matières animales; on y verra une action plus compliquée; on y remarquera les importans résultats que la doctrine pneumatique a permis d'en tirer. Lorsque Bergman eut fait connaître la formation de l'acide du sucre ou oxalique par l'acide nitrique, le citoyen Berthollet trouva, en 1777, que la soie, la laine, les muscles, la peau, les tendons, les cheveux, en fournissaient plus que le sucre, et que cette quantité allait même quelquefois jusqu'à plus de la moitié de leur poids, tandis qu'à peine pouvait-on en obtenir un quart des matières végétales. Il découvrit en même temps, et comme on voit à une époque déja éloignée (il y a aujourd'hui près de 22 ans), qu'il se séparait une huile, pendant la formation de l'acide oxalique, des matières animales, et que cette huile donnait de l'ammoniaque à la distillation. C'était déja une différence saillante observée dans l'action de l'acide nitrique sur ces matières.

8. Huit ans après cette première découverte, le même savant en fit une autre bien plus importante encore dans l'action de l'acide nitrique sur les matières animales. Ayant vu qu'elles donnaient par cet acide assez faible, et presque sans l'addition de la chaleur, une grande quantité de gaz azote, il remarqua que cette propriété était d'accord avec celle de donner de l'ammoniaque; que quand elles avaient perdu leur azote, elles semblaient rétrograder vers l'état végétal; que toutes les substances qui fournissaient de l'ammoniaque exhalaient aussi du gaz azote par l'action de l'acide nitrique; que dans cette action il se dégageait après ce gaz du gaz acide carbonique, du gaz nitreux; qu'alors l'acide oxalique se formait et la matière grasse se séparait; qu'en évaporant la liqueur jaune pour en obtenir l'acide oxalique, il restait dans l'eau-mère du phosphate acide de chaux: il établit ainsi une différence très-essentielle entre les matières végétales et les matières animales. J'ai examiné, peu de temps après cette découverte, toutes les circonstances du dégagement de l'azote

de ces dernières matières par l'acide nitrique ; j'ai prouvé que cet acide n'était pas décomposé tant que ce dégagement durait, et qu'ainsi il était bien dû à la matière animale ; que les substances gélatineuses en fournissaient moins que les albumineuses, et celles-ci moins encore que les fibreuses ; que le gaz azote, ainsi obtenu, avait une odeur fade particulière, analogue à celle des matières animales qui commencent à se gâter, à celle du muriate d'ammoniaque sublimé, de l'ammoniaque décomposée par l'acide muriatique oxigéné, etc. ; que sa proportion suivait exactement celle de l'ammoniaque, donnée par chaque matière animale ; que lorsqu'on l'avait séparé d'un composé animal, celui-ci n'était plus putrescible comme auparavant ; que ce gaz était très-délétère, qu'il paraissait avoir une influence sur la production des maladies putrides chez les hommes exposés à son action. Depuis ma première assertion on a essayé de faire un point de théorie médicale de cet objet, et on en a consacré le résultat par le nom de *gaz septon*, donné au gaz azote.

9. En 1790, une autre découverte s'est présentée à moi dans la suite de mes expériences relatives à l'action de l'acide nitrique sur les substances animales ; c'est la formation de l'acide prussique et son dégagement en vapeur, très-reconnaissable par son odeur âpre d'amandes amères : comme il en sera question plus en détail dans un des prochains articles, je n'en parle ici que pour compléter le tableau des principaux effets de cet acide. On voit que ces effets consistent en une coloration en jaune ou en rouge, dans le dégagement de l'azote en gaz, dans la formation de l'acide prussique, de l'acide oxalique, de l'acide carbonique et d'une matière grasse. La différence d'avec celle de l'acide sulfurique consiste dans la séparation de l'azote, la formation de plus d'huile épaisse, de moins d'eau, l'absence de l'ammoniaque, la non précipitation du carbone, la formation de l'acide oxalique ; elle dépend évidemment de la dissolubilité plus grande de la ma-

tière animale dans cet acide, de sa grande quantité d'oxigène, qui se portant sur les principes de cette matière, en isole et en brûle le carbone, en emploie l'hidrogène avec une portion de ce carbone même et de l'oxigène à la constitution de l'espèce de graisse, etc. Ces effets réunis sont encore plus nombreux et plus difficiles à bien expliquer que ceux qui sont produits par l'acide sulfurique, parce qu'il y a plus d'attractions agissant à la fois; ils sont néanmoins très-propres à faire connaître la nature des substances animales et à confirmer ce qui en a déja été exposé.

10. L'acide muriatique ne présente rien de particulier dans son action sur les substances animales, non plus que les acides phosphorique et les acides végétaux; seulement elle a un peu plus d'énergie que celle de ces derniers. Ils dissolvent tous la partie fibreuse et musculaire, la réduisent en une espèce de gelée; ils finissent par la décomposer et en convertir une partie en ammoniaque qui les sature. Ils coagulent les liqueurs albumineuses, ramollissent et décomposent en partie les os, ainsi que les tendrons ou les cartilages: ils dissolvent aussi les tissus membraneux. On croit que cet effet arrive, pendant la vie, par l'abus des acides végétaux, de l'acide acéteux et de l'acide nitrique, et que c'est pour cela que les personnes qui en prennent abondamment maigrissent, perdent même une portion de leur torosité ou de l'épaisseur de leurs muscles. Quant à l'acide muriatique oxigéné, son action est d'une toute autre énergie sur ces matières. Au moment même de son contact sur les liquides animaux, il les épaissit, les coagule, les condense en flocons, en glèbes muqueuses, et confirme ainsi ce que j'ai dit de la coagulation de cette humeur par l'union ou la fixation de l'oxigène. Il durcit les solides, les fait resserrer et contracter, affaiblit leur couleur sans la détruire, avive même celle de plusieurs. On verra par la suite que son énergie sur les humeurs et les organes des animaux vivans est de nature à répandre quelque jour sur leurs fonctions et sur la physiologie.

ARTICLE VI.

Des propriétés des matières animales tirées de leur altérabilité par les alcalis.

1. Il y a long-temps que les chimistes ont observé l'action violente des alcalis caustiques sur les matières animales ; mais ne connaissant alors ni l'état pur des alcalis, ni la nature intime des composés organiques, ils n'ont pu ni expliquer cette action, ni s'en servir pour concevoir la composition de ces matières. C'était un fait qu'ils avaient vu sans pouvoir en tirer des conséquences utiles à l'avancement de la science, et ils s'étaient contentés d'en faire quelques applications avantageuses à plusieurs procédés des arts, tels que l'emploi des alcalis fixes rendus caustiques par la chaux, pour ouvrir des cautères, pour enlever des tumeurs indolentes et graisseuses, pour dégraisser les laines, etc. Ce n'est que depuis la naissance de la doctrine pneumatique que l'on a commencé à connaître l'action des caustiques alcalins sur les matières animales, et à s'en servir pour déterminer leur nature.

2. On a d'abord remarqué que ces réactifs agissaient d'une manière beaucoup plus forte sur les substances animales que sur les végétales, et que tandis qu'ils ne dissolvaient que lentement et difficilement celles-ci, ils ramollissaient promptement et fondaient rapidement les premières ; aussi s'aperçut-on que tous les tissus animaux traités par des lessives d'alcalis caustiques perdaient de leur force et de leur poids, tandis que ceux de filamens végétaux n'en étaient que peu altérés. C'est à cette action qu'il faut rapporter l'espèce de tact gras et onctueux que font éprouver les lessives caustiques quand on les frotte entre les doigts ; phénomène qui a fait donner le nom d'*huile de tartre* à la dissolution concentrée de la potasse. Cette dissolubilité des matières animales a lieu même par les alcalis fixes solides, parce qu'ils trouvent assez d'eau dans ces matières

pour se rammollir d'abord et se dissoudre : ce qui leur permet ensuite d'agir comme dissolvans.

3. En 1782, le citoyen Berthollet a donné un mémoire sur cette action des alcalis ; il l'a présentée comme l'effet d'une combinaison simple, dans laquelle les matières animales entraient tout entières ; il a remarqué que la laine, la soie, la chair, bouillies avec une lessive de potasse concentrée, s'y dissolvaient, lui ôtaient sa causticité, lui donnaient une saveur amère, une couleur rouge, ne leur enlevaient pas d'acide carbonique, comme Macbride l'avait cru ; que cette dissolution était précipitée par les acides et par les sels métalliques ; que dans cette dernière précipitation, le dépôt composé de la matière animale et de l'oxide rapproché de l'état métallique, était inaltérable et imputrescible ; qu'elle ne précipitait pas le muriate suroxigéné de mercure, tandis qu'une dissolution de sucre et d'amidon dans le même alcali ne détruisait pas sa causticité et décomposait ce sel métallique ; qu'ainsi la matière animale saturait l'alcali.

4. Un phénomène observé par ce chimiste me fit adopter une opinion différente de la sienne ; il me conduisit à faire une suite d'expériences qui m'ont fourni une autre théorie, en me montrant qu'il se passait autre chose qu'une simple dissolution. Le citoyen Berthollet avait remarqué que la dissolution d'une matière animale par l'alcali caustique, exhalait une odeur putride désagréable. Je reconnus bientôt qu'en effet toute substance de cette nature laissait dégager une quantité notable d'ammoniaque dans le moment où on la traitait par une forte lessive d'alcali ; qu'il se dégageait en même temps du calorique ; que la même chose avait lieu, mais avec moins d'énergie, avec la chaux, la strontiane et la barite. Une matière animale fraîche ne contenant pas d'ammoniaque toute formée, j'en conclus qu'il s'en formait par l'action des alcalis, que d'après cela cette matière une fois dissoute n'était plus la même qu'avant sa dissolution, et qu'elle avait changé de nature.

Dans la préparation du savon animal qu'on fabrique suivant le conseil et le procédé du citoyen Chaptal, en faisant bouillir des rognures d'étoffes de laine dans une lessive forte de potasse, jusqu'à ce que celle-ci refuse d'en dissoudre, ce savon liquide et coloré, utile dans les fabriques de molletons, de draps, de couvertures, retient et donne aux étoffes une odeur désagréable qui est due à cette ammoniaque formée, et qui se dissipe à l'air ou par un grand lavage.

5. Il est facile de concevoir qu'à mesure qu'il se forme de l'ammoniaque, la matière animale perdant par là cinq fois autant d'azote que d'hidrogène, elle doit contenir dans sa portion unie à l'alcali beaucoup plus d'hidrogène qu'auparavant, et qu'ayant ainsi contracté un caractère huileux, sa combinaison alcaline est un véritable savon : aussi toutes les propriétés décrites par le citoyen Berthollet dans cette dissolution sont-elles autant de caractères d'un composé savonneux. Les acides le décomposent et en séparent une huile concrète brune; les dissolutions métalliques y forment des précipités de savons métalliques indissolubles; il en est de même des sels terreux. Le citoyen Chaptal l'a proposée pour remplir les conditions d'un véritable savon dans les manufactures de laine. Il ne manque, comme on voit, aucune preuve à mon opinion.

6. La couleur rouge ou brune, plus ou moins foncée que prennent les substances animales quand on les dissout dans les lessives d'alcalis fixes caustiques, annonce encore un autre changement dans ces substances. On conçoit facilement que lorsqu'il s'en sépare de l'azote et de l'hidrogène pour la formation de l'ammoniaque qui se dégage, il doit se précipiter une portion de carbone mis à nu, et que l'huile formée doit se rapprocher par là de celles qu'on nomme *empyreumatiques*. Petit observa en 1733, dans les Mémoires de l'Académie des sciences, qu'un morceau de pierre à cautère enveloppé de graisse et de peau, rendait ces parties rougeâtres par quelques heures de séjour. Poulletier de la Salle a décrit dans son Com-

mentaire sur la pharmacopée de Londres, des expériences faites sur l'application de la pierre à cautère à la peau d'un cadavre, dans lesquelles il a obtenu le même résultat. Cet agent, employé avec les mêmes soins et le même appareil que sur un sujet vivant, a offert après vingt-quatre heures de séjour, une escarre, un trou creusé, et un bord d'un rouge livide, dus à son action colorante sur la graisse sous-cutanée.

7. Cette action des alcalis, aujourd'hui bien déterminée, explique leur usage comme pierre à cautère, comme caustiques pour emporter les loupes, les tumeurs indolentes; on voit pourquoi leur emploi comme fondant pour les maladies qui exigent ces sortes de remèdes, peut devenir dangereux si l'on en abuse; comment les lessives alcalines altèrent et affaiblissent tous les tissus animaux qu'on en imprègne, qu'on y laisse séjourner, et sur-tout qu'on fait chauffer avec ces liqueurs, comme on le pratique souvent pour les laines, les soies, les crins, les plumes, etc.

ARTICLE VII.

De l'action des matières salines, des oxides et des sels métalliques sur les substances animales, considérée comme caractère de ces substances.

1. Je réunis dans un seul article l'action de trois genres de corps sur les matières animales, parce qu'elle est ou faible ou difficile à déterminer, ou non encore appréciée avec exactitude. Il y a peu de faits à décrire et peu de résultats à tirer de l'action de ces corps : j'ai donc dû les considérer ensemble, ne pas les séparer, et les associer dans une seule considération.

2. On connaît la propriété conservatrice des sels sur toutes les substances organiques en général, et une foule d'arts et de procédés prouvent spécialement l'existence de cette propriété par rapport aux matières animales. L'alun durcit les peaux et en resserre les tissus, qu'il rend plus durables ; sa dissolution sert souvent pour défendre de toute altération les organes ou les parties des animaux dans les collections anatomiques. Le muriate de soude produit un effet analogue et si conservateur dans les viandes, qu'on s'en sert pour les empêcher de s'altérer et les destiner à la nourriture. On emploie le même procédé pour le beurre et le fromage. Pringle avait cru qu'une petite dose de sel hâtait leur putréfaction, tandis qu'une grande était antiseptique : on a reconnu que cette opinion était une erreur, et que peu de sel laissait seulement pourrir les matières animales, parce qu'il n'absorbait pas toute leur humidité.

3. Les sels terreux, en présentant la propriété des précédens, offrent un caractère de plus dans leur énergie active sur les matières animales ; ils en décomposent les phosphates dissolubles, ceux de soude et d'ammoniaque, qui sont presque constamment contenus dans les liqueurs des animaux : de là vient qu'en versant des dissolutions de nitrates et de muriates de chaux, de magnésie, de strontiane dans le serum, le petit-lait, l'urine, l'eau des hydropiques, le bouillon, etc., il y a un précipité plus ou moins abondant, qui est toujours du phosphate de chaux. La soude qui existe isolée ou à l'état savonneux dans plusieurs de ces liqueurs et dans la bile, décompose encore ces sels et en précipite les bases terreuses ; en sorte que ce précipité est souvent double et formé de phosphates terreux et de terre. Dans le cas des liqueurs animales savonneuses, le précipité qui se forme est un savon terreux indissoluble. Les sels alumineux, en produisant le même effet sur les liqueurs colorées, en emportent souvent les couleurs, avec la matière desquelles l'alumine a une grande affinité.

4. On voit par cet exposé que les matières salines ont presque toujours un effet très-compliqué sur les substances animales liquides, dont elles décomposent une partie des sels en se décomposant elles-mêmes, quand elles sont sur-tout de nature terreuse, et que conservatrices de ces matières solides elles en rapprochent et condensent le tissu. On doit borner à ces effets la généralité qu'il est nécessaire de présenter ici ; on aura par la suite l'occasion de faire connaître quelques autres actions exercées par les sels sur plusieurs substances animales en particulier, de faire voir que ces actions dépendent de la nature spéciale de ces substances, et qu'elles doivent être considérées comme très-propres à les caractériser. On ne peut guère douter que beaucoup de sels à base alcaline, qui ne se trouvent pas dans les composés animaux, ne produisent dans ces composés des phénomènes de décomposition ou d'union triple et peut-être quadruple, qui n'ont point encore été déterminés. La science a beaucoup à faire encore sous tous ces rapports.

5. Ceux des métaux qui sont les plus faciles à oxider éprouvent ce genre d'altération quand on les tient plongés dans plusieurs liquides animaux. Le fer, le zinc, le plomb, le cuivre sont spécialement de cet ordre ; l'oxidation en est sur-tout plus prompte et plus marquée dans les liqueurs albumineuses. A cette combustion lente succède souvent une véritable phosphatisation par l'union des oxides métalliques avec l'acide phosphorique des matières animales. Tout le monde sait combien l'argent est facile à colorer, à noircir par le contact de ces matières, et même des vapeurs qui s'en exhalent. Le gaz hidrogène sulfuré dont elles sont souvent chargées est la source de cette altération : le soufre qui l'abandonne s'unit à la longue à ce métal, et elle est la cause du sulfure d'argent formé par des plats de ce métal qui avaient long-temps séjourné dans une fosse d'aisance à Compiègne, et qui ont été examinés en 1765 par Macquer. Les métaux

même les moins faciles à oxider prennent néanmoins cet état par la trituration avec celles des liqueurs animales qui absorbent promptement ce principe. C'est ainsi que le mercure, l'or et l'argent, broyés avec la salive et la graisse, se convertissent avec plus ou moins de temps en véritables oxides, lorsqu'ils ont le contact de l'air.

6. Les oxides métalliques très-oxidés cèdent au contraire une partie plus ou moins grande de leur oxigène aux matières animales avec lesquelles on les met en contact. C'est ainsi que ceux de mercure et d'argent épaississent et coagulent l'albumine : quelques-uns parmi ceux qui y adhèrent le moins et qui le laissent enlever avec plus ou moins de facilité, vont même jusqu'à brûler les composés animaux. Reconnus comme caustiques quand on les applique sur ces composés vivans, ils peuvent servir à en faire l'analyse lorsqu'ils sont privés de la vie. On réduit les matières animales en charbon par l'action de ces oxides ; pendant qu'elle a lieu, il se forme de l'eau, quelquefois de l'ammoniaque, et dans d'autres circonstances de l'acide nitrique. C'est pour cela que de l'oxide de fer rouge mêlé aux substances animales employées dans des nitrières artificielles, contribue à la formation de cet acide.

7. Les dissolutions des métaux dans les acides agissent par leurs doubles composans sur les liqueurs animales ; il n'en est pas une qui ne soit décomposée et dont l'oxide séparé ne se rapproche de l'état métallique par leur séjour dans ces liqueurs. Celles des métaux blancs, et notamment du mercure du plomb et de l'argent, sont précipitées au moment même de leur mélange avec ces liquides. Ce précipité est formé soit par l'acide muriatique, soit par l'acide phosphorique, qui font partie des élémens de ces matières ; la soude qu'elles contiennent y contribue aussi ; l'albumine, qui en constitue souvent une portion en enlevant de l'oxigène aux oxides des dissolutions, produit encore leur séparation d'avec l'acide : quelquefois même l'hidrogène sulfuré dissout dans les liquides

animaux entre pour quelque chose dans la précipitation ; de sorte que les précipités obtenus dans ces opérations peuvent être composés de cinq matières différentes ; savoir, d'un phosphate, d'un muriate, d'un simple oxide métallique, et de ce même oxide albuminé et sulfuré : une analyse délicate et faite lentement à l'aide de divers acides peut montrer chacun de ces précipités métalliques et en donner même la proportion.

8. On n'a point encore examiné l'action des métaux, des oxides et des dissolutions métalliques sur les solides animaux avec assez d'exactitude pour qu'il soit possible de la décrire avec soin. On sait que ces solides se conservent par ces dissolutions, qu'ils se colorent, se condensent, se resserrent et se durcissent ; qu'ils absorbent une portion du sel métallique ; qu'ils en décomposent une autre et en séparent l'oxide, qu'ils rapprochent de l'état métallique ; qu'ils éprouvent en même temps une altération plus ou moins grande, suivant l'état de la dissolution diversement concentrée, et que dans la couleur souvent foncée qu'ils acquièrent, leur carbone est mis à nu et leur hidrogène brûlé. Les plus âcres et les plus caustiques des dissolutions et des sels métalliques brûlent et détruisent entièrement le tissu des solides animaux en les réduisant à l'état complétement charbonneux : c'est pour cela qu'on les emploie en chirurgie.

ARTICLE VIII.

De l'action des matières végétales sur les substances animales, considérée comme caractère générique de ces dernières.

1. Les végétaux entiers ou leurs divers matériaux immédiats n'ont point, à beaucoup près sur les substances animales, une action aussi forte que celle qu'y exercent la plupart des substances précédentes; l'effet qu'ils produisent est souvent presque inappréciable. On ne remarque point qu'ils tendent à les désorganiser, à les décomposer, à détruire l'équilibre qui existe entre leurs principes constituans : on trouve par conséquent qu'ils ne peuvent pas servir à leur analyse. Cette action néanmoins n'est pas nulle; elle ne mérite pas moins, pour être faible, d'être examinée avec attention et décrite avec soin : on y rencontre des phénomènes qui peuvent ajouter aux caractères chimiques des substances animales, et contribuer à faire connaître leur nature.

2. On jugeait autrefois par la saveur des plantes leurs vertus médicamenteuses, que quelques-uns des médecins avaient attribuées à leurs propriétés chimiques; mais les idées erronées qu'ils s'étaient formées des analogies de ces deux genres de propriétés sont bannies aujourd'hui par une saine théorie; ils ne font plus partie de la science. Les sucs des végétaux mêlés avec les liqueurs animales, avaient semblé devoir aussi montrer dans leur action sensible sur ces liquides, la nature de leur action altérante dans les maladies : les uns étaient dissolvans ou fondans, les autres épaississans et incrassans, ceux-ci antiputrides, ceux-là astringens et condensans, quelques-uns septiques. Non seulement on a reconnu que ces essais n'étaient que des chimères pour la théorie thérapeutique, mais encore de véritables erreurs pour les effets chimiques, trop compliqués,

même encore aujourd'hui que la science est beaucoup plus avancée, pour pouvoir être bien déterminés.

3. On peut apprécier avec plus de facilité les effets immédiats, quoique faibles, produits par les matériaux immédiats des plantes bien purs et bien isolés sur les matières animales. Les mucilages se dissolvent dans leurs liquides et en précipitent souvent les matériaux moins dissolubles que ceux qu'ils contiennent. Le sucre, en produisant ce premier effet, agit de plus comme conservateur : quelquefois il favorise par sa dissolution l'altérabilité et la fermentescibilité dont ils sont susceptibles. On a déja vu plus haut que les acides végétaux coagulent l'albumine, dissolvent la fibrine et la gélatine, empêchent leurs altérations ou les retardent.

4. Tous les corps huileux inflammables, tous les matériaux des végétaux dont l'hidrogène paraît être le principe surabondant, agissent d'une manière uniforme sur les substances animales. Recouvertes d'huile fixe, elles se conservent, souvent elles s'en laissent pénétrer comme les peaux, qui en acquièrent de la souplesse ; les mucilages animaux, l'albumine et la gélatine la rendent miscible à l'eau par l'agitation et la suspendent en émulsion ; l'huile dissout les graisses à l'aide de la chaleur.

Les huiles volatiles, les baumes, les résines, le camphre, préservent les substances animales de la putréfaction : voilà pourquoi les anciens peuples s'en servaient pour conserver les corps dans l'embaumement.

On reconnaît une attraction si forte et si prononcée entre les matières colorantes végétales et les tissus animaux ; elle est si bien démontrée par la solidité des teintures appliquées sur les laines, la soie, etc., que pour faire approcher de cette solidité les fils végétaux on les imprégne avec succès de graisse ou d'huile animale qui dispose la matière colorante à y adhérer.

Le corps ligneux lui-même, quelqu'inerte qu'il paraisse, n'est pas entièrement sans action sur les matières animales :

réduit en poudre et jeté sur leur surface, il la dessèche, absorbe leur humidité, les durcit et les préserve d'altération.

5. Les divers matériaux végétaux indiqués jusqu'ici sont presque inactifs en raison de trois autres substances végétales dont l'énergie sur les composés animaux est infiniment plus forte : ce sont le tannin, le gallin et l'alcool ; chacun d'eux mérite d'être examiné à part. J'ai déja parlé ailleurs de la nature et de la propriété générale du tannin ; je dois encore en traiter avec quelque détail à l'histoire chimique du tissu cutané ; il ne sera donc utile d'exposer ici que l'impression générale qu'en éprouvent les matières animales. Le tannin dissous dans l'eau précipite l'albumine et la gélatine de leurs dissolutions naturelles ou des liquides animaux qui les contiennent. Le précipité, sur-tout celui de la gélatine ou de la colle, est mou, fauve, ductile ; il durcit et devient cassant par le desséchement : alors il est indissoluble et inaltérable. Cette précipitation est tellement propre à caractériser les substances animales, et sur-tout la gélatine, qu'on peut par sa quantité déterminer celle de ce principe aussi bien qu'en reconnaître la présence. On reconnaît encore que le tannin, devenu réactif utile dans l'analyse animale, est le plus puissant des antiseptiques végétaux, puisque les peaux tannées n'éprouvent plus d'altération sensible et se conservent long-temps sans altération. Cette propriété deviendra quelque jour une application utile à la médecine ; elle peut déja servir avantageusement pour les préparations anatomiques et la conservation des organes membraneux.

6. Je nomme gallin l'acide gallique impur, combiné avec une petite portion d'extractif ou d'un principe végétal encore inconnu, dans lequel réside principalement sa saveur astringente. Il existe presque toujours avec le tannin ; il n'est point absorbé par les matières animales, ni précipité par la dissolution de colle : de sorte que l'eau saturée de tan, et privée ensuite de tannin par les peaux qui la lui ont enlevée,

contient encore ce gallin qu'on y montre en précipitant le sulfate de fer. M. Proust a séparé le gallin d'avec le tannin contenus tous deux ensemble dans une décoction de noix de galle, en l'unissant au muriate d'étain qui s'empare du tannin avec lequel l'oxide d'étain se précipite, et laisse dans la liqueur surnageante le gallin avec l'acide muriatique. Le citoyen Seguin a reconnu au gallin la propriété de désoxigéner ou de débrûler les matières animales et de les distendre, de les gonfler de manière à les disposer par ce double effet à se combiner avec le tannin. On pourra pousser quelque jour l'emploi du gallin comme réactif jusqu'à reconnaître par son moyen l'état d'oxigénation des diverses substances animales.

7. L'alcool, produit d'une altération spontanée de la matière sucrée décrite ailleurs, a lui-même une action très-marquée sur les composés animaux ; son effet est quadruple sur ces composés suivant leur différente nature : il dissout les uns et peut servir à les séparer, il coagule les autres ; il en conserve quelques-uns, et même il en durcit le tissu.

Il opère la dissolution des résines animales, de quelques parties colorantes des animaux, de plusieurs de leurs acides, de certaines graisses, de celle sur-tout que je nomme *adipocire*, et qui se trouve dans le foie desséché, dans les calculs biliaires, etc.

Il coagule les liqueurs albumineuses ; il en précipite l'albumine en petits flocons presque pulvérulens qu'on peut dissoudre dans l'eau, suivant la remarque de Bucquet, au moment où ils viennent d'être précipités.

Il conserve et défend de la putréfaction presque toutes les matières animales liquides ou solides : on l'emploie pour cet usage dans les laboratoires anatomiques, et même en médecine.

Enfin il durcit le tissu, rapproche et resserre les fibres du plus grand nombre des solides des animaux ; il en condense et en racornit les plaques et les lames.

ARTICLE IX.

De la propriété de former l'acide prussique et quelques autres acides, considérée comme caractère des composés animaux.

1. Quoique la découverte du bleu de Prusse faite dans les premières années du dix-huitième siècle par Diesbach et Dippel, tous deux chimistes de Berlin, n'ait eu d'abord pour objet qu'une matière colorante utile à la peinture, on pouvait penser dès-lors qu'elle aurait une influence directe sur la chimie animale, puisqu'elle appartient réellement aux substances de cette nature, et puisqu'elle était due à un chimiste qui s'était beaucoup occupé de ces substances. Cependant ses rapports avec ce genre d'analyse, et les caractères que j'en tire aujourd'hui pour distinguer les substances animales, n'ont été bien sensibles que d'après les travaux du citoyen Berthollet en 1787, et sur-tout d'après une découverte que je fis en 1790 sur la production de l'acide prussique pendant le traitement des matières animales par l'acide nitrique. Il a fallu près de quatre-vingts ans de travaux pour reconnaître cette influence; et voilà pourquoi je suis obligé de donner avec quelques détails l'histoire de ces travaux, ou au moins les principales époques qui la constituent.

2. Ce fut un peu avant 1710 que Diesbach ayant emprunté de Dippel de l'alcali pour précipiter une laque où entrait du sulfate de fer, obtint par hasard un très-beau bleu. Ce dernier chimiste, sachant que cet alcali lui avait servi à distiller plusieurs fois et à rectifier des huiles animales, reproduisit facilement cette couleur, en précipitant du sulfate de fer avec un pareil alcali. Cette découverte fut annoncée dans les Mémoires de l'académie de Berlin de 1710. En 1724, Woodward décrivit, dans les Transactions philosophiques, le premier

procédé pour préparer ce nouveau bleu qui faisait beaucoup de bruit. Il consistait à calciner dans un creuset parties égales de sang de bœuf et de potasse jusqu'au rouge, à lessiver le produit avec l'eau bouillante, à mêler cette lessive avec une dissolution de sulfate de fer et d'alun, à se servir d'acide muriatique pour aviver le bleu, qu'on lavait à grande eau. Ce très-bon procédé est encore en grande partie suivi aujourd'hui dans les ateliers. On nomma *lessive du sang* la liqueur provenant de l'alcali traité avec cette substance, puis dissous dans l'eau et disposé à précipiter le fer en bleu.

3. Les chimistes travaillèrent à l'envi sur ce procédé, et cherchèrent d'abord les moyens variés de rendre l'alcali susceptible de produire cette couleur. Brown, en 1724, trouva que l'alcali traité avec la chair acquérait cette propriété comme avec le sang; et il essaya d'expliquer sa formation, à l'aide d'un principe bitumineux du fer développé par le sang et fixé sur l'alumine. Geoffroy le médecin découvrit en 1725 que l'huile, la laine, la corne de cerf, l'éponge, le thim même, calcinés avec l'alcali, lui donnaient la même action sur le sulfate de fer : il expliqua par là le bleu déja décrit dans la soude traitée à l'aide des acides par Henckel : il adopta la théorie de Brown. Neumann essaya de traiter l'alcali avec beaucoup d'huiles différentes, et parvint à lui communiquer la nature teignante par ces corps inflammables. Menon donna, dans les mémoires des savans étrangers de l'académie des sciences de Paris, une nouvelle théorie du bleu de Prusse : il prétendit que le bleu était la couleur naturelle du fer, et que le sang la mettait à nu en purifiant ce métal ou en l'affinant. Ainsi quarante ans se passèrent sans qu'on ajoutât d'autre notion à la première découverte que la possibilité d'obtenir du bleu avec diverses matières différentes du sang, surtout des substances animales.

4. En 1752, Macquer, dans un excellent Mémoire inséré parmi ceux de l'académie des sciences, fit faire un pas beau-

coup plus avancé à la théorie de cette préparation, en découvrant la décoloration du bleu de Prusse par les alcalis. Il fit voir que les lessives alcalines, saturées de cette matière colorante, en les faisant passer sur du bleu de Prusse jusqu'à ce qu'elles cessassent de le décolorer, reformaient du bleu pur et abondant lorsqu'on les versait dans une dissolution de sulfate de fer ; que ces lessives saturées étaient dans un autre état que la lessive immédiate du sang, puisque celle-ci ne précipitait pas immédiatement le fer en bleu, mais en gris ou en vert, à cause de la portion alcaline non saturée. Il entrevit que la matière colorante saturait les alcalis à la manière d'un acide ; qu'elle y adhérait beaucoup ainsi qu'au fer, puisque les acides simples, suivant lui, ne l'en dégageaient pas; que pour la leur enlever et la porter sur le fer, il fallait employer une affinité double. Il substitua à la théorie vague de Brown et de Menon celle de l'alcali saturé par le *phlogistique;* celui-ci se reportait sur le fer qu'il surchargeait en le séparant des acides.

5. Plus de vingt ans s'écoulèrent après l'ingénieux travail de Macquer sans qu'on ait rien ajouté à sa doctrine, qui fut adoptée par presque tous les chimistes, et qui les satisfaisait alors. On se contenta de continuer les recherches sur les corps capables de *phlogistiquer*, comme on le disait, l'alcali ; Weisman trouva cette propriété dans les huiles empyreumatiques ; Model, dans la suie ; Cartheuser, dans plusieurs cendres végétales ; Jacobi, dans le charbon de vigne ; Spielman, dans les bitumes, et Goetling, dans les champignons. Jusqu'en 1775 on ne proposa aucun changement, aucune modification à la théorie de Macquer.

6. A cette dernière époque, Bergman, dans sa Dissertation sur les attractions électives, commença à jeter quelque jour nouveau sur cet objet, en présentant la matière colorante du bleu de Prusse comme un acide distinct, ayant ses attractions particulières. Plusieurs chimistes, entre autres Delius et Sco-

poli, firent beaucoup plus d'attention aux produits du bleu de Prusse par le feu ; ils remarquèrent qu'il donnait beaucoup d'ammoniaque. Les citoyens Deyeux et Parmentier observèrent que, traité par la chaux et les alcalis fixes, il dégageait une forte quantité de cet alcali volatil. On soupçonna dès-lors qu'il en contenait les matériaux comme les substances animales ; et cette idée a sans doute guidé les chimistes qui ont ensuite entrepris des recherches sur cet objet. M. Fontana trouva que l'acide sulfurique, distillé sur le bleu de Prusse, passait à l'état sulfureux, et que ce corps coloré détonait avec le nitre. M. Landriani découvrit que dans sa distillation il donnait, outre l'ammoniaque, un mélange de gaz azote et de gaz hidrogène brûlant en bleu, et ne détonant pas avec le gaz oxigène.

7. On préludait, en quelque sorte, ainsi aux importantes découvertes de Schéele, qui s'est élevé tout-à-coup au dessus de tous ceux qui s'étaient occupés de cette matière. Ce célèbre chimiste entreprit de connaître, et les composés dont l'acide prussique faisait partie, et les propriétés de cet acide qu'on n'avait pas pu parvenir à isoler avant lui, et sa nature intime, soit en le décomposant, soit en le produisant de toutes pièces avec des matériaux moins compliqués que les substances animales. Ses découvertes sur ces points divers sont consignées dans deux Mémoires insérés dans les trimestres de l'académie de Stockholm, de décembre 1782 et janvier 1783. Il commença par examiner la lessive du sang : il vit qu'elle s'altérait par le contact de l'acide carbonique gazeux ; que cet acide en dégageait une vapeur qui changeait en bleu du sulfate de fer placé sur un bouchon au haut de l'appareil ; que l'acide sulfurique l'en séparait aussi à l'aide de la distillation ; que le bleu de Prusse, distillé avec cet acide, donnait un fluide élastique qui teignait l'oxide de fer en bleu ; que, distillé seul, le bleu de Prusse donnait une portion de cette vapeur teignante, et de l'ammoniaque qui en était saturée ;

que la lessive du sang dissolvait un peu d'oxide de fer, qui la rendait plus solide et plus permanente ; que le fer avait éminemment la propriété de fixer l'acide prussique ; que le feu et les acides étaient néanmoins susceptibles de volatiliser cette matière colorante ; qu'une lessive alcaline, en décolorant le bleu de Prusse, en dissolvait une petite portion toute entière, et prenait ainsi un caractère plus durable que la lessive du sang ; qu'un acide distillé avec le prussiate provenant de la décoloration du bleu de Prusse, en précipitait une quantité abondante de véritable bleu de Prusse, parce qu'il n'était décomposable que dans sa portion de prussiate alcalin, et non pas dans son prussiate ferrugineux.

8. Après avoir trouvé la possibilité d'obtenir à part la matière colorante du bleu de Prusse, et de pouvoir en observer les propriétés dans son état pur, il rechercha les moyens les plus prompts et les plus sûrs de faire cette séparation inconnue jusque-là aux chimistes qui n'avaient encore eu cette matière que combinée aux alcalis et aux métaux : Schéele préféra le procédé suivant qu'on met depuis lui en usage. On fait bouillir dans six parties d'eau deux parties de bleu de Prusse et une partie d'oxide de mercure rouge jusqu'à ce que tout soit décoloré : on ajoute à la lessive une demi-partie de limaille de fer et un peu moins d'acide sulfurique ; on distille et l'on retire un quart à peu près de la liqueur que l'on rectifie en la redistillant sur de la craie, pour absorber la portion d'acide sulfurique qu'elle peut contenir. Dans cette opération l'oxide de mercure enlève l'acide prussique à celui de fer, et se dissout en prussiate de mercure blanc, cristallisable, etc. Le fer à l'état métallique qu'on y ajoute, réduit l'oxide de mercure ; et au moment où il s'unit à l'acide sulfurique ajouté en même temps, la chaleur qu'on emploie volatilise l'acide prussique séparé du mercure redevenu métallique. L'acide prussique ainsi obtenu en liqueur et en partie en gaz, produit, quand on l'unit aux alcalis, les mêmes effets que les

lessives du sang et du bleu de Prusse décoloré. On reviendra bientôt sur ses caractères distinctifs.

9. Ce n'était pas assez pour Schéele d'avoir trouvé le moyen d'isoler et d'obtenir pure la matière colorante du bleu de Prusse ou l'acide prussique ; il voulait encore reconnaître de quoi il était composé, et savoir conséquemment comment les matières animales le formaient. Pour déterminer ses parties constituantes, il observa d'abord que dans le procédé de soustraction l'air du récipient était inflammable ; qu'en décomposant les prussiates par le feu, il obtenait de l'ammoniaque et de l'acide carbonique ; que quelques métaux se trouvaient ensuite réduits par la distillation de ces prussiates métalliques. Il soupçonna dès-lors que cet acide était composé d'ammoniaque et d'huile, et dirigea ses recherches ultérieures sur ce soupçon : mais il ne put parvenir à former le composé colorant avec de l'ammoniaque et différentes huiles ou graisses chauffées ensemble. Voyant que l'eau était un obstacle à cette formation de l'acide prussique, il conduisit ses expériences d'une autre manière, en unissant l'ammoniaque avec le principe inflammable sec qu'il admettait dans les huiles, et avec l'acide carbonique également sec. Il vit le charbon seul, chauffé fortement avec les alcalis fixes, leur donner la propriété de colorer le fer en bleu. Ayant chauffé ces deux matières dans des creusets, il ajouta dans l'un du muriate d'ammoniaque au moment où le premier mélange était rouge blanc, et il continua à le chauffer jusqu'à ce qu'il ne se dégageât pas de vapeur. Ce procédé lui fournit une lessive qui produisit beaucoup de bleu de Prusse, tandis que l'opération où il s'était contenté de chauffer l'alcali et le charbon sans addition de muriate d'ammoniaque, n'en donna qu'une quantité inappréciable.

10. Schéele conclut de ces dernières expériences que l'acide prussique ou la matière colorante du bleu de Prusse était un composé d'ammoniaque et de charbon très-subtil, très-atténué ;

que ce composé, devenu fixe par la forte chaleur à laquelle il se formait, s'unissait à l'alcali fixe qu'il rendait capable de précipiter du bleu de Prusse, ou que le prussiate alcalin, l'alcali prussien, n'était qu'un composé d'alcali de charbon et d'ammoniaque ; que dans la distillation du bleu de Prusse, le feu absorbait le principe inflammable, et laissait dégager l'acide carbonique et l'ammoniaque ; qu'un peu d'acide prussique se séparait indécomposé ; enfin, que l'oxide de manganèse chauffé avec lui en rendait la décomposition complète. L'acide prussique, extrait par son procédé, avait, suivant lui, pour caractères une odeur de fleurs de pêcher, une saveur douceâtre d'abord, âcre et brûlante ensuite, la propriété de ne pas rougir les couleurs bleues, mais de précipiter le savon et les sulfures alcalins, celle de s'unir aux alcalis, et de former des sels capables de précipiter les dissolutions métalliques, et spécialement celles du fer en bleu. Il distingue parmi les composés salins de cet acide le prussiate de chaux, qu'il conseille comme très-pur, pour servir de liqueur d'épreuve propre à reconnaître et à indiquer le fer sans erreur dans les eaux, etc. ; liqueur que les chimistes cherchent avec beaucoup de soin depuis un grand nombre d'années. Deux ans avant le travail de Schéele, en 1780, je me servais de ce prussiate calcaire dans mes cours comme liqueur d'épreuve pour reconnaître le fer.

11. Tel était l'état de la science à l'égard de la matière colorante du bleu de Prusse ou de l'acide prussique, lorsque le citoyen Berthollet communiqua, à la fin de 1787, à l'académie des sciences un nouveau travail où il employa avec une grande sagacité, à l'aide des données nouvelles de la doctrine pneumatique française, les expériences de Schéele, en y ajoutant plusieurs autres, et convertit la théorie encore incertaine et inadmissible du chimiste suédois en une explication beaucoup plus d'accord avec les vues de la chimie moderne. Le résultat de son travail était comme la suite de

la lumière qu'il avait répandue sur la nature de l'ammoniaque quelques années auparavant. La composition de l'une, une fois bien connue, devait en effet le conduire à celle de l'autre, puisque les recherches même de Schéele montraient déja une singulière analogie entre ces deux composés également abondans parmi les produits des matières animales.

12. Le chimiste français prouve d'abord que le prussiate alcalin, formé par la décoloration du bleu de Prusse à l'aide de l'alcali, contient du fer; que sa lessive évaporée, puis redissoute, donne des cristaux octaèdres dont les pointes sont tronquées près de leurs bases; que, mêlée à l'acide sulfurique et exposée au soleil, sa dissolution laisse précipiter du bleu de Prusse, et se décompose : ce qui ne lui arrive pas de même à l'ombre; que le prussiate de mercure cristallise en prismes à quatre pans, terminés par des pyramides à quatre faces, répondant aux arêtes des prismes; que l'acide muriatique en dégage plus d'acide prussique que l'acide sulfurique; que cet acide, en décomposant le prussiate de mercure, forme un muriate dans un état singulier.

13. Après ces expériences préliminaires, il passe à l'examen de la nature intime de l'acide prussique, par l'action qu'exerce sur lui l'acide muriatique oxigéné. Ce dernier, à mesure qu'il se dissout dans l'acide prussique, repasse à l'état d'acide muriatique ordinaire; l'acide prussique devient plus odorant, plus volatil, moins susceptible de s'unir aux alcalis, précipitant le fer en vert de ses dissolutions. Ce précipité vert redevient bleu à la lumière par le contact de l'acide sulfureux, par le fer : c'est de l'acide *prussique* oxigéné. En y accumulant de nouvel acide muriatique oxigéné qu'on y fait passer en gaz et en l'exposant à la lumière, il se sépare de l'eau, au fond de laquelle il se précipite en une huile aromatique que la chaleur réduit en une vapeur indissoluble, qui ne s'unit plus au fer. Ainsi suroxigéné, cet acide ne peut plus repasser à son premier état, et il est fort éloigné de sa première nature.

14. Le prussiate oxigéné de fer, qu'on prépare encore en traitant le bleu de Prusse par l'acide muriatique oxigéné et qui se distingue par sa couleur verte, perd son acide qui se convertit tout-à-coup en carbonate d'ammoniaque par le contact d'un alcali fixe caustique. L'acide prussique ne contient pas l'ammoniaque toute formée, comme le pensaient Schéele et Bergman; il n'en contient que les élémens, l'azote et l'hidrogène, unis tous deux au carbone. En ajoutant à cette combinaison une proportion assez grande d'oxigène, l'addition successive d'un alcali ou de la chaux détruit promptement le composé prussique par l'attraction prédisposante qu'ils ont pour l'acide carbonique. Ainsi le citoyen Berthollet a été conduit par ses expériences à regarder l'acide prussique comme une combinaison de trois corps combustibles simples, l'hidrogène, le carbone et l'azote, dont il n'a pas cependant trouvé les proportions, quoiqu'il ait annoncé que celles de l'hidrogène et de l'azote approchaient de la composition ammoniacale.

15. Ce résultat, beaucoup plus précis que celui du chimiste suédois, a fourni au citoyen Berthollet les moyens d'expliquer facilement les principaux phénomènes que présentent les prussiates, ainsi que la formation de l'acide prussique. Voici les faits qu'il a sur-tout considérés d'après le nouveau point de vue :

A. Les prussiates métalliques distillés donnent du gaz hidrogène carboné et du carbonate d'ammoniaque, et leurs oxides se réduisent plus ou moins, parce que l'oxigène des oxides, se portant sur le carbone, laisse l'azote et l'hidrogène s'unir l'un à l'autre; l'acide muriatique oxigéné agit de la même manière.

B. Les matières animales forment l'acide prussique à raison de l'azote qu'elles contiennent, et qui se combine à l'hidrogène et au carbone.

C. Dans les expériences de Schéele, le muriate d'ammoniaque chauffé avec l'alcali fixe et le charbon se décompose :

c'est par les élémens de l'ammoniaque et non par l'ammoniaque entière que ce sel contribue à la formation de l'acide prussique.

D. L'hidrogène, qui fait partie de ce composé, est la cause de sa forte inflammation produite sur-tout par le muriate suroxigéné de potasse.

16. Le citoyen Berthollet n'ayant pas trouvé d'oxigène dans ses expériences de décomposition sur l'acide prussique, croit pouvoir en conclure que cet acide ne contient pas de principe acidifiant. Il examine à cette occasion la nature singulière de ce composé ; quoiqu'il reconnaisse dans ses propriétés des différences très-remarquables entre lui et les autres acides, il pense cependant que c'est de ces corps qu'il se rapproche le plus, et qu'il doit être rangé dans leur classe. Il insiste surtout sur son analogie avec l'ammoniaque et sur la tendance qu'il a pour passer à l'état de cet alcali volatil. Il termine son travail par l'explication du phénomène très-singulier d'attraction que présente l'acide prussique, et que Schéele avait regardé comme un problême insoluble ; savoir, qu'il ne peut pas être séparé des métaux par les autres acides, et cependant qu'il ne peut pas non plus enlever seul à ces acides les oxides métalliques qui y sont dissous. Il explique cette apparente contradiction dans la doctrine des affinités, par la grande quantité de calorique spécifique que contient cet acide pur, et par la forte tendance qu'il a pour prendre la forme gazeuse.

17. On voit par les ingénieuses recherches du citoyen Berthollet que la production de l'acide prussique par les matières animales décomposées, en montrant un des caractères les plus propres à les distinguer et à en faire connaître la nature, offre une propriété singulièrement voisine de celle de former de l'ammoniaque. Mais en quoi réside précisément cette propriété de donner de l'acide prussique ou de l'ammoniaque, et quelle est la cause qui détermine l'une de ces productions

plutôt que l'autre ? Pour résoudre cette question très-importante à la chimie animale, il faut observer que la formation de l'ammoniaque suppose une décomposition plus avancée que celle de l'acide prussique, puisque l'une représente un composé binaire, tandis qu'on trouve encore dans l'autre un composé ternaire plus rapproché de la matière animale primitive par sa complication même. Il faut remarquer en second lieu que la production de l'acide prussique n'est favorisée sensiblement ou n'a lieu avec quelque abondance que lorsqu'on traite les matières animales par un alcali fixe, surtout aidé d'un oxide métallique ; c'est donc l'attraction prédisposante, exercée par ces deux corps à la fois, qu'on doit regarder comme la cause de cette formation d'acide prussique. Il faut enfin ne pas omettre que la production de l'acide prussique n'a jamais lieu que dans une quantité très-petite relativement à celle des substances animales qui la fournissent, qu'elle ne va qu'à quelques millièmes ou tout au plus à deux ou trois centièmes ; et que le carbonate d'ammoniaque qu'elles donnent est en quantité deux ou trois fois plus considérable, à raison de l'acide carbonique qui le sature et qui se forme en même temps.

18. En 1790, trois ans après le travail du citoyen Berthollet, j'ai fait observer un fait nouveau que j'ai cru propre à éclairer sur la nature et la formation de l'acide prussique. En traitant du serum du sang coagulé par l'acide nitrique pour le convertir en acide oxalique, j'ai été frappé de l'odeur de l'acide prussique. Le produit vaporeux dégagé dans cette expérience ayant été recueilli, je l'ai trouvé de véritable acide prussique pur ; j'en ai même obtenu assez pour me faire croire que ce procédé très-simple pourrait être substitué à celui de Schéele, beaucoup plus compliqué, pour obtenir cet acide : il s'était dégagé avec lui du gaz azote, et il s'était formé du gaz acide carbonique. Cela m'a conduit à penser qu'un simple changement dans les proportions des principes constituans

des matières animales suffisait pour donner naissance à l'acide prussique ; et que comme dans la formation par l'acide nitrique il s'était d'abord dégagé du gaz azote, il y avait lieu de croire que cet acide contenait moins d'azote que l'ammoniaque, puisque dans la formation de cette dernière ce principe ne se séparait pas avant que cette formation eût lieu. On ne peut donc penser ni que l'acide prussique soit une dissolution de carbone dans l'ammoniaque, comme Schéele l'avait présumé, ni qu'il contienne l'azote et l'hidrogène dans une proportion très-voisine de celle qui forme l'ammoniaque ; comme l'avait annoncé le citoyen Berthollet. Cette opinion de la quantité d'azote, proportionnellement moins grande dans l'acide prussique que dans l'ammoniaque, peut même être appuyée d'un des faits bien vus par ce dernier chimiste ; c'est le dégagement d'une certaine quantité de gaz hidrogène carboné pendant la formation du carbonate d'ammoniaque, qui accompagne la décomposition de l'acide prussique par le feu. Il ne me paraît pas bien prouvé non plus qu'on doive regarder cet acide comme manquant d'oxigène et comme formé seulement par l'union de trois combustions simples, soit parce que le citoyen Berthollet qui a proposé cette opinion n'a pas fait une analyse exacte de cet acide, soit parce que la comparaison qu'il a établie entre cet acide, l'acide muriatique et l'hidrogène sulfuré, est fort loin d'équivaloir à une preuve, soit enfin parce que la production constante d'acide carbonique dans tous les cas de décomposition de l'acide prussique même non suroxigéné auparavant, la quantité six fois plus considérable d'acide prussique obtenu par le citoyen Vauquelin, en décomposant du muriate d'ammoniaque mêlé de charbon par l'oxide de plomb, que celle qu'il a eue en faisant la même opération avec la chaux au lieu d'oxide de plomb, militent singulièrement en faveur de l'adoption de l'oxigène dans ce composé acidifié.

19. La formation, la nature et les propriétés de l'acide

prussique, comme production caractéristique des composés animaux, sont si nécessaires à connaître exactement pour faire bien concevoir celles de ces composés, qu'il me paraît indispensable d'exposer ici la série des propriétés qui appartiennent à cet important produit, en le considérant isolé et préparé, soit par le procédé de Schéele, soit par celui que j'ai indiqué (N°. 18):

A. L'acide prussique a une forte odeur de fleurs de pêcher ou d'amandes amères. Cette odeur imprégne pour quelque temps la salive de ceux qui la respirent.

B. Sa saveur, d'abord douceâtre, est bientôt âcre, chaude et virulente : elle excite la toux.

C. Il a une grande tendance à prendre la forme gazeuse, et il s'en perd souvent sous cette forme dans les vases où on le reçoit.

D. Il se décompose à une haute température et par le contact de la lumière : il se change ainsi en acide carbonique, en ammoniaque et en gaz hidrogène carboné.

E. Il s'unit aux bases salifiables difficilement et sans détruire leur propriété alcaline.

F. Sa faiblesse, déja prouvée par la précédente propriété, permet à l'acide carbonique de le déplacer des prussiates alcalins.

G. Il enlève l'oxigène à l'acide muriatique oxigéné, et il change de nature par l'addition de ce principe.

H. Il n'agit pas sur les métaux ; il s'unit à leurs oxides dont il change la couleur, et avec lesquels il forme des sels indissolubles en général.

I. Il a la plus grande propension à faire des sels triples à base alcaline et métallique. Ces prussiates triples, ces combinaisons complexes sont plus permanentes et plus fixes que les prussiates alcalins simples ; l'acide carbonique, la lumière, l'air et les acides ne les décomposent plus.

K. Quand il est uni aux oxides métalliques il ne peut en

être séparé par les acides, parce qu'il acquiert dans ces combinaisons une grande fixité et une grande adhérence, et cependant lorsqu'il est isolé il ne peut pas enlever les oxides des métaux aux autres acides, en raison de son calorique spécifique et de sa tendance à prendre l'état de gaz.

L. Il y a deux espèces de prussiates métalliques suivant les recherches du citoyen Berthollet et de M. Proust, les simples et les suroxigénés; on peut même croire, à l'égard du fer, qu'il y en a trois, le blanc, le bleu et le vert, en allant du plus au moins oxigéné.

M. L'acide prussique suroxigéné est très-voisin de la décomposition; le simple contact d'un alcali fixe le détruit et le convertit en carbonate d'ammoniaque, parce que l'oxigène assez abondant, attirant le carbone, permet à l'azote de s'unir en particulier à l'hidrogène pour former l'ammoniaque : l'hidrogène, excédant la proportion de cette dernière composition, se dégage en gaz hidrogène carboné.

20. La nature, la composition, la décomposition de cet acide une fois bien prouvées, ses rapports avec les matières animales qui le produisent, sont encore mieux déterminées par la considération des diverses circonstances principales de sa production. J'en trouve quatre qui montrent également une même série de décomposition de la part de ces matières.

A. L'action du feu; on a vu qu'on l'obtient parmi les produits des os, du sang, du calcul urinaire; il y est combiné avec l'ammoniaque.

B. L'action de l'acide nitrique; quand cet acide est faible il commence par dégager de l'azote des matières animales; quand il est fort et concentré il en volatilise immédiatement de l'acide prussiqué, en même temps qu'il se forme de l'acide carbonique, de l'acide oxalique et une matière adipocireuse.

C. L'action des alcalis fixes; les substances animales, traitées à un grand feu avec les alcalis, les saturent en partie d'acide prussique après s'être charbonnées.

D. Enfin la putréfaction, en détruisant la composition animale, donne quelquefois naissance à de l'acide prussique qui trouvant facilement de l'oxide de fer, s'y combine et le colore en bleu ; de là viennent les bleus de Prusse natifs décrits par plusieurs naturalistes.

21. Ce que je viens d'exposer de l'acide prussique peut s'appliquer à quelques autres acides particuliers aux animaux, quoiqu'ils soient en petit nombre ; car il ne faut pas ranger dans cette classe les oxides oxalique, acéteux, sébacique, qui se trouvant le plus souvent parmi les produits des matières végétales, en ont la composition et tous les caractères chimiques. Quand ces acides se forment dans les matières animales, ils n'appartiennent véritablement qu'à ces matières rétrogradant vers leur première origine, ou en quelque sorte descendues par une décomposition commencée à la condition de substances végétales. Je ne connais guère que l'acide zoonique découvert par le citoyen Berthollet, l'acide urique constituant une des espèces des calculs urinaires humains, et un des matériaux des concrétions arthritiques, l'acide lactique, et peut-être les acides des insectes qui paraissent appartenir à cette classe d'acides animaux, lorsqu'ils ne présentent pas toutes les propriétés de l'acide acéteux, comme l'acide formique. Le caractère de ces acides animaux le plus prononcé est de pouvoir être convertis en acide prussique par les moyens de la chimie, encore méritent-ils d'être examinés de nouveau sous ce point de vue, sur-tout quant aux acides zoonique, lactique et urique, qui sont très-peu connus par rapport à leur composition intime.

ARTICLE X.

De la putréfaction considérée comme propriété caractéristique des substances animales.

1. Le dernier et l'un des plus frappans caractères qui distinguent les matières animales des végétales, consiste dans l'espèce de décomposition spontanée qu'elles éprouvent et qu'on nomme *putréfaction*. Quoique les substances végétales ne soient pas exemptes de cette décomposition ; quoique la nature les ait assujetties à cette loi qui embrasse également toutes les matières organiques, la plus légère observation suffit pour faire voir que la putréfaction est infiniment plus forte et plus rapide dans les composés animaux, qu'ils y sont plus disposés par leur composition même, et qu'elle s'y établit, s'y développe et y parcourt ses périodes avec une activité beaucoup plus grande. Il n'est pas nécessaire de la présenter ici comme un mouvement intestin qui tend à dénaturer les substances qu'il éprouve ; car tout ce qui a été dit précédemment, soit dans l'histoire des substances végétales, soit dans les articles précédens sur les matières animales, le fait assez sentir.

2. Il y a déja long-tems que les philosophes et les physiciens ont reconnu tout l'intérêt que présente pour les sciences, et notamment pour l'art de guérir, l'étude de la putréfaction. Le chancelier Bacon en a le premier fait sentir la grande utilité pour la médecine ; il a le premier invité les médecins à s'en occuper avec soin, et spécialement dans l'intention de découvrir des moyens de la prévenir, d'en retarder, d'en arrêter même les progrès, ou de rétablir dans leur état naturel les matières qui l'avaient éprouvée.

Beccher a fait un tableau remarquable de ses phénomènes, et en a énoncé les grands effets dans l'ordre et la succession

des changemens qu'éprouve le globe ; c'était l'objet de sa physique souterraine : Stahl, son commentateur, n'a rien à ajouter à ce tableau.

Pringle, médecin anglais, a fait un grand nombre d'expériences sur la septicité et l'antisepticité des corps, et a ouvert une carrière immense à la doctrine des antiseptiques.

Le citoyen Giobert de Turin les a répétées et en a ajouté plusieurs nouvelles.

Une française qui s'est illustrée par un grand nombre de productions d'esprit, notamment par la traduction du Cours de chimie de Shaw, a donné une nombreuse suite de recherches expérimentales sur le même sujet.

Macbride, chirurgien de Dublin, s'est frayé une route nouvelle immédiatement à la première époque des découvertes sur les fluides élastiques en 1766. Il a établi une théorie complète de la putréfaction et des antiputrides, et attribué la première au dégagement de l'air fixe ou acide carbonique, et la restauration des matières pourries à la restitution de ce principe. Quoique cette théorie ait été reconnue pour une erreur depuis qu'on sait que l'acide carbonique n'est pas contenu tout formé dans les substances animales, et qu'il n'agit que comme acide et non comme principe de ces substances dans son énergie antiputride, les efforts de cet habile chimiste ont conduit à de nouvelles et utiles considérations sur ce mouvement spontané.

Boissieu, Bordenave et Godart, dans trois Mémoires qui ont remporté le prix et l'accessit proposés sur la putréfaction, en 1767, par l'académie de Dijon, ont aussi donné d'utiles observations sur cette altération naturelle, et ont établi les bases de doctrine pour en déterminer la cause, les phénomènes et les résultats.

Enfin les travaux des modernes, sur-tout du citoyen Berthollet, et les données fournies par la doctrine pneumatique, ont répandu un nouveau jour sur ce genre de fermentation,

et ont permis d'en expliquer avec plus d'exactitude les circonstances et les produits.

3. Un premier fait sur lequel il faut insister relativement à la putréfaction, c'est l'extrême facilité avec laquelle elle s'établit, se développe, et la rapidité avec laquelle elle parcourt ses temps dans les substances animales : la cause de cette forte tendance qu'on ne trouve pas dans les matériaux des plantes, dépend nécessairement de la différence de nature qui distingue ces deux classes de composés organiques. On a vu dans tous les articles précédens que la composition animale différait de la végétation par un plus grand nombre de principes constituans, et par la proportion de ceux des principes qui sont communs à toutes deux. L'azote ajouté à l'hidrogène au carbone et à l'oxigène, la surabondance de l'hidrogène dans les composés animaux, le phosphore et le soufre qui très-souvent sont combinés à ces premiers principes, compliquent leur production et sont la source des produits plus nombreux et plus variés qu'on en obtient par les divers agens auxquels on les expose. Les attractions multiples qui existent entre leurs élémens constitutifs plus nombreux rendent leur équilibre plus facile à rompre, et appellent, à la moindre variation de circonstances, une décomposition, un changement de nature, qui donnent promptement naissance à des produits autres et plus variés que ceux qu'on obtient des substances végétales. La vie entretient et maintient avec plus ou moins de force cet équilibre, cette permanence d'état, et c'est en elle qu'elle consiste ; mais la mort permet aux premiers principes de réagir en particulier les uns sur les autres. Cette réaction spontanée doit être dès-lors plus prompte, plus profonde et plus altérante, puisqu'elle se passe entre des matières plus nombreuses et en vertu d'attractions plus multipliées : il est donc de l'essence des matières animales d'être plus putrescibles que les végétales.

4. Comme tout ce qui tient à la putréfaction offre un grand

intérêt à la science et à ses nombreuses applications, l'histoire de cette altération exige qu'on la présente avec une méthode assez sévère pour ne rien oublier d'essentiel, pour placer chaque fait, chaque vérité dans le jour qui lui convient, pour donner à chacune l'évidence et la force qui lui appartiennent, et pour former de tous un ensemble : je traiterai donc successivement et dans une suite de numéros ;

A. Des conditions préliminaires de la putréfaction ;

B. Des phénomènes généraux qui l'accompagnent ;

C. De l'existence des phénomènes particuliers qui peuvent servir à caractériser chaque matière animale ;

D. De l'influence que les divers milieux ont sur elle ;

E. Des divers produits auxquels elle donne naissance ;

F. Du dernier résidu qu'elle laisse ;

G. Des causes qui la déterminent ; de sa nature ou de l'effet principal dans lequel elle consiste ;

H. De ses effets sur les animaux vivans ;

I. Des moyens d'y remédier ;

K. De ceux de la prévenir ;

L. De ceux de l'arrêter, ou des antiseptiques ;

M. Des applications principales que tous ces faits offrent à la médecine ;

N. Enfin, du produit que les hommes en ont tiré pour leurs besoins.

Chacun de ces sujets n'exige qu'une simple esquisse, parce qu'il ne s'agit que de les rapprocher de ce qui a été exposé jusqu'à présent des caractères généraux des matières animales, d'en tirer une notion générale sur leurs propriétés chimiques, parce qu'enfin outre les généralités, de nouveaux détails seront exposés à l'histoire de chaque matière animale en particulier.

5. Quoique l'absence de la vie ait déja été annoncée au moins comme une condition essentielle de la putréfaction, parce que l'énergie et la puissance du principe vital s'oppose en effet à ce mouvement, on n'en admet l'existence que lorsque cette énergie s'affaiblit, et dans quelques cas particuliers.

La mort n'est pas la seule condition nécessaire de la putridité ; il faut encore la réunion de plusieurs autres circonstances sans lesquelles elle n'aurait pas lieu. On peut les réduire à l'humidité, et à la chaleur modérée. Il est prouvé par un grand nombre de faits que les matières animales sèches ne se pourrissent point ; les os, les viandes séchées, les préparations anatomiques desséchées se conservent sans altération ; les os ramollis par l'eau, les chairs molles, et sur-tout les liquides animaux, passent au contraire rapidement à la putréfaction : elle suit même principalement la raison de la quantité d'eau qui existe dans les substances animales. Il n'est pas moins reconnu qu'il n'y a nulle putrescence à la température de la glace et au-dessous ; mais que l'altération septique commence à six ou huit degrés au-dessus, et suit une progression d'autant plus rapide que la température des matières qui l'éprouvent s'élève davantage. Cette condition a cependant des bornes ; la chaleur, voisine de l'ébullition, et celle même qui passe 45 à 50 degrés à la graduation de Réaumur, ne permet pas plus la putréfaction que le froid ; elle défend même les substances animales de ce mouvement, parce qu'elle tend, soit à la dessécher, soit à en condenser le tissu ou à en congeler la masse, soit à les décomposer par un autre mode. La proportion des élémens qui agissent ici comme conditions de la putréfaction, y apporte quelques modifications ; l'eau l'accélère par la quantité ; l'abondance du calorique joint quelquefois les effets de la volatilisation partielle à ceux de la décomposition putride. On a cru long-temps que le contact de l'air était nécessaire à la putréfaction ; mais il est certain qu'ayant lieu dans le vide et dans de petites proportions d'air non renouvelé, le contact de celui-ci n'est qu'un accident qui hâte la putrescence, non pas en influant par lui-même sur la substance animale, mais seulement en se servant de récipient pour dissoudre et emporter les matériaux qui s'élèvent en vapeur. C'est à la même classe qu'il faut rapporter la diminution de pression que quel-

ques auteurs ont regardée comme une des causes de la putréfaction ; on ne doit point oublier parmi les conditions de la putréfaction le mélange des matières fermentées, et sur-tout de celles pourries avec les matières fraîches : ce ferment agit, soulève la masse, accélère et développe le mouvement putréfactif.

6. Quand les conditions de la putréfaction, savoir, une substance animale privée de la vie, humectée et exposée à une température au-dessus de dix degrés, se trouvent réunies, ce mouvement s'établit ; la substance animale se ramollit si elle était solide, devient plus ténue si c'est un liquide ; sa couleur change, et tire plus ou moins vers le rouge brun ou le vert foncé ; son odeur s'altère, et après avoir été d'abord fade et désagréable elle devient fétide et insupportable. Une odeur ammoniacale se mêle bientôt à la première, et lui ôte une partie de sa fétidité : celle-ci n'est que temporaire, tandis que l'odeur putride existant avant elle, reste encore après et subsiste pendant toutes les phases de la putréfaction. Les liquides se troublent et se remplissent de flocons ; les parties molles se fondent en une espèce de gelée ou de putrilage ; on observe un mouvement lent, un boursouflement léger qui soulève la masse, et qui est dû à des bulles de fluides élastiques, dégagées lentement et en petite quantité à la fois. Outre le ramollissement général de la substance animale solide, il s'en écoule une sérosité de diverse couleur qui va en augmentant ; peu à peu toute la matière fond, ce léger boursouflement cesse ; la matière s'affaisse, la couleur se fonce ; à la fin l'odeur devient souvent comme aromatique, et se rapproche même de celle qu'on nomme *ambrosiaque* ; enfin la substance animale diminue de masse, ses élémens s'évaporent et se dissolvent, et il ne reste qu'une sorte de terre grasse, visqueuse, encore fétide.

La durée de cette décomposition putride, quoique variée, présente quâtre temps bien distincts que Boissieu a distingués avec soin : le premier, ou celui de la *tendance* à la putréfac-

tion, n'offre qu'une altération légère encore; il ne présente que l'odeur de *relent*, le ramollissement et la couleur un peu changée; le second, ou la putréfaction *commençante*, donne quelquefois des signes d'acidité : le ramollissement est plus grand; la sérosité commence à s'échapper des fibres relâchées; leur couleur est plus altérée et l'odeur fétide déja putride. Dans le troisième degré de la putréfaction *avancée*, l'odeur toujours fétide est plus ou moins ammoniacale; la matière dissoute en putrilage est très-foncée en couleur; elle a perdu beaucoup de son poids par le dégagement d'une grande quantité de principes volatils. Le dernier degré, ou la putréfaction *achevée*, ne montre plus d'odeur ammoniacale; la fétide est supportable, faible ou nulle; une odeur aromatique la remplace souvent; la matière animale a perdu une grande partie de son volume et toute apparence d'organisation; il ne reste plus qu'un résidu terreux, brun noirâtre, gras sous le doigt, et qu'on nomme dans cet état *terreau animal*.

7. Ces phénomènes varient suivant les diverses matières animales; leur différence de nature et la proportion différente de leurs principes en sont la source. On peut même dire que chaque substance animale a sa manière particulière de se comporter en se pourrissant. De là toutes les scènes si variées, si diversifiées, qui ont été décrites par les différens auteurs, et dont on trouve une exposition fidèle, soit dans le singulier ouvrage du médecin Garman, intitulé *De miraculis mortuorum*, où sont détaillées les altérations lentes et successives de toutes les parties du corps de l'homme dans les cimetières, soit dans l'*Essai sur la putréfaction* de madame Darconville. Mais cet objet appartenant à l'histoire de chaque substance animale considérée en particulier, je ne l'énonce ici que pour établir le principe de cette variabilité de phénomènes : il sera traité dans chacun des articles suivans.

8. C'est encore une variation indépendante de la matière animale, et soumise seulement à celle des corps environnans

que je dois considérer ici en général sous le titre d'influence des milieux dans la putréfaction. La seule observation tirée des usages différens des peuples à l'égard de leurs morts, ou de la position des cadavres, des animaux placés dans diverses circonstances, suivant les lieux où ils perdent la vie, prouve suffisamment cette variation remarquable. On voit les corps s'altérer autrement chez les peuplades de la mer du sud, qui exposent leurs morts dans l'air, sur des lieux élevés, dans les cabanes de branchages de leurs moraïs, sur les cimes des arbres ; chez les nations qui les plongent dans les eaux, et chez les peuples plus policés qui les confient à la terre. J'ai dit ailleurs que les parties animales placées dans l'eau s'y convertissent en matières grasses ; il se passe une altération à peu près semblable dans la terre humide : mais la plus grande différence qu'il importe de considérer ici, c'est ce qui a lieu dans l'air relativement aux phénomènes qui accompagnent la putréfaction dans des vaisseaux fermés. J'ai supposé cette dernière circonstance, en décrivant (N°. 6.) les phénomènes généraux de l'altération putride. Dans l'air, une portion de la substance animale entière est enlevée et dissoute par l'atmosphère ; les produits qui se volatilisent sont également emportés et dissous par l'air. La destruction totale et complète de la matière animale s'opère avec plus ou moins de rapidité. Tous les événemens de cette décomposition sont beaucoup plus rapprochés les uns des autres, parce que les agens extérieurs contribuent à séparer les élémens des matières qui se pourrissent. Ici la matière animale finit par disparaître complétement, parce qu'après ce que l'air reçoit des principes volatils, le peu de résidu terreux qui échappe à cette dissolution aériforme pénètre peu à peu dans la terre où il est enfoui et entraîné par la filtration des eaux.

9. Quoiqu'on puisse ranger parmi les phénomènes de la putréfaction les matières qui se dégagent des substances animales putrescentes, je les considère en particulier ici comme

des produits, parce qu'ils sont dus à l'action même de ce mouvement, et parce qu'il est important de les connaître avec plus d'exactitude et de précision que la seule inspection ou l'observation même de ces phénomènes ne pourrait le permettre. Pour déterminer la nature de ces produits, pour suivre avec soin la série et les époques de leur dégagement, et pour savoir conséquemment en quoi consiste la décomposition de la matière animale, il a fallu qu'une analyse suivie des vapeurs putrides, un examen attentif des matières pourries suppléassent à la théorie qui avait essayé d'en deviner les caractères. Ainsi l'on a cru long-temps que l'ammoniaque ou alcali volatil était le seul produit de la putréfaction, et c'était pour cela qu'on l'avait nommé *fermentation alcaline*, en l'opposant à celle qui donne naissance à l'acide acéteux : mais si l'ammoniaque est en effet un des principaux produits de ce mouvement spontané, elle n'est pas le seul ; il en est d'autres dont la production précède la sienne, l'accompagne ou la suit, et qui méritent d'être connus et étudiés avec un soin égal. Il est même quelques matières animales dont la décomposition septique commence par une acidification.

On n'aurait qu'une idée incomplète et une notion superficielle de ces produits, si, d'après l'assurance qu'ils ne sont pas les mêmes ni dans la même proportion pour les matières animales diverses, on ne prenait le parti de rapprocher tous ces produits variés, de rassembler sous un seul point de vue toutes les substances fournies dans la putréfaction des différens composés animaux, et d'embrasser par là tout l'ensemble de ces produits.

On reconnaît alors que la manière animale donne successivement naissance, dans sa décomposition putride, à des gaz hidrogène carboné, sulfuré et phosphoré, qui en portent et en propagent au loin l'infection ; à de l'eau qui se dégage en vapeur, à de l'ammoniaque, à du gaz acide carbonique. Tous ces corps s'échappent, se dissipent et se volatilisent ; ils en-

traînent, combinés deux à deux, les principaux matériaux primitifs du composé animal. D'autres produits, formés à des époques variées comme les circonstances accessoires et la composition de chaque matière animale, diffèrent des précédens par leur fixité, et restent dans cette matière plus ou moins solides et fixés : tels sont l'acide zoonique, une matière grasse, une espèce de savon formé par cette graisse et l'ammoniaque ; tel est encore l'acide nitrique, souvent formé dans cette décomposition, et fixé par une base terreuse ou alcaline ; tel est enfin le terreau onctueux qui reste après la séparation et le dégagement des produits précédens. Ainsi se partage, se divise, se détruit peu à peu le composé animal : on va bientôt voir comment ces produits se forment et se succèdent.

10. Il est sur-tout utile de distinguer, parmi les produits du mouvement putréfactif, celui qui en est le dernier résultat, celui qui, après le dégagement de tous les matériaux volatils, reste fixe et en constitue le résidu. Sa petite quantité, son volume resserré, sa forme terreuse et très-éloignée de l'organisation, dont il n'offre plus que le débris ou la matière la plus solide encore, ont fixé dans tous les temps l'attention du philosophe. Reste d'une grande masse de matières organisées, et n'en formant que quelques centièmes, on l'a depuis long-temps regardé comme une terre particulière qu'on distinguait par le nom de *terre animale*. Mais cette dénomination de terre, tirée de son état pulvérulent, de son insipidité, de sa qualité inodore, ainsi que de sa fixité et de son indissolubilité, est inexacte et erronée, puisque ce résidu, ce terreau animal, contient, outre des acides et des terres unies à l'état salin, une portion de matière grasse charbonneuse, qui, distillée, donne encore de l'huile, du carbonate d'ammoniaque, et laisse un charbon chargé de phosphates terreux. Les matières fixes, salines, terreuses et métalliques qui constituent la nature de ce résidu, retiennent long-temps une portion de corps huileux plus ou moins concret, qui ne se détruit qu'avec une grande

lenteur ; et pour qu'elles soient réduites à l'état salin et terreux, pur, analogue à la cendre qui reste après la combustion, il faut presque toujours une longue suite d'années. C'est ainsi que des cadavres enfouis dans la terre ne sont réduits à leur squelette sec, et ne perdent le dernier débris de leurs parties molles qu'après un laps de temps qui excède le plus ordinairement sept années, et qui se prolonge quelquefois jusqu'à plus de trente ans. Les fouilles faites dans le sol du cimetière des Innocens de Paris m'en ont fourni des preuves incontestables ; on conçoit facilement que la proportion et la nature de ce résidu répondent uniquement à celles des matières fixes qui faisaient partie constituante des composés animaux, et qu'elles doivent varier suivant chacun de ces composés.

11. Maintenant qu'on a vu les conditions de la putréfaction, les phénomènes qu'elle présente à l'observateur, l'influence générale qu'elle reçoit des milieux où elle agit, les produits divers qu'elle fournit, et le résidu qu'elle laisse, il est temps de s'occuper de sa nature intime. Ce n'est point assez de l'avoir considérée comme une décomposition lente, comme une analyse spontanée, comme une fermentation destructive des composés organiques, puisqu'elle a tous les caractères des mouvemens intestins qu'on désigne par ce nom en chimie, il faut en pénétrer plus intimement la cause, en saisir et en expliquer le mécanisme. Il est évident qu'elle consiste dans un changement opéré par une somme de forces attractives supérieures à celles qui tiennent réunis les principes de la substance putrescente. Ces principes sont, comme on sait, l'hidrogène, l'azote, le carbone et l'oxigène, auxquels sont souvent associés le soufre, le phosphore et différentes espèces de phosphates.

Il est évident que, dans la putréfaction, une partie de l'hidrogène s'unit à l'azote pour former l'ammoniaque ; une autre partie de l'hidrogène se combine à une portion d'oxigène avec

laquelle elle constitue l'eau ; qu'une certaine quantité de carbone, combiné avec une quantité relative d'oxigène, donne naissance à l'acide carbonique ; qu'une portion d'azote unie à une troisième quantité d'oxigène produit l'acide nitrique ; qu'une combinaison d'hidrogène de carbone et d'azote forme l'huile volatile ou fixe, suivant la proportion de ces principes ; qu'une autre combinaison entre les mêmes matières et l'oxigène compose l'acize zoonique, et qu'enfin les substances salines, terreuses et métalliques, inaltérables ou peu altérables au moins par lemouvement intestin de la putréfaction, restent intactes et passives dans les derniers débris de ce mouvement spontané, poussé jusqu'à son *maximum*.

Il n'est pas moins évident que ces matières ou nouveaux composés qui n'existaient primitivement que dans les substances animales, s'unissent deux à deux, l'ammoniaque et l'acide carbonique, l'ammoniaque et l'acide zoonique, l'ammoniaque et l'huile qu'elle porte à l'état savonneux, et se dégagent sous cette forme dans l'air, ou se dissolvent dans l'eau. Toutes ces compositions nouvelles, moins complexes que le composé primitif qui leur donne naissance, et qui offrent les produits de sa dissolution lente comme les indices de sa destruction, sont le fruit des attractions nombreuses qui agissent entre les principes multipliés du composé organique privé de la vie.

On peut embrasser dans une formule générale l'ensemble de toutes ces attractions, et exprimer avec précision ce qui se passe dans la putréfaction, en disant que la somme des forces qui tendent à réunir l'hidrogène avec l'azote, l'oxigène avec le carbone, l'acide carbonique avec l'ammoniaque pour former le carbone ammoniacal, l'hidrogène le carbone et l'oxigène pour donner naissance à l'huile, cette dernière avec l'ammoniaque pour constituer un savon, enfin l'hidrogène avec l'oxigène pour produire l'eau, et celle-ci avec tous les composés précédens, est supérieure à la somme des forces qui retient en

combinaison quaternaire l'hidrogène, l'azote, le carbone et l'oxigène, par lesquels le composé animal est constitué.

On n'a représenté ici l'action altérante de ces forces et l'effet putréfactif qui en résulte que dans des vaisseaux fermés, dans lesquels rien d'étranger à la substance organique ne peut entrer, et d'où rien ne peut s'échapper; car quoique les résultats soient à la fin identiques, ils ont cependant lieu tout autrement dans le sein de l'air atmosphérique. Dans cette dernière circonstance, une partie de la substance animale est dissoute et emportée conjointement et séparément par l'air et par l'eau; l'ammoniaque et l'acide carbonique se volatilisent à mesure qu'ils se forment; une portion d'hidrogène carboné se volatilise par l'élévation de température : il ne se forme point de matière grasse ni de savon ammoniacal.

Ainsi s'expliquent avec simplicité les phénomènes et les produits de la putréfaction; ainsi se conçoivent ses conditions, ses variétés, sa durée, etc. Il était permis de croire qu'ils étaient inexplicables, tant que la nature de ses produits, celle de l'eau, de l'ammoniaque, des huiles, des acides, étaient couvertes d'un voile qui devait s'étendre sur la marche et le mécanisme de cette espèce de fermentation. Ce voile a, comme on le voit, été déchiré par les efforts de la chimie pneumatique, et elle n'a rien laissé d'obscur dans la connaissance de cette décomposition spontanée. C'est un des fruits que l'on doit à ses progrès et à son heureuse révolution.

12. Parmi les phénomènes qui dépendent de la putréfaction, et dont la considération est importante, doivent être compris les effets dangereux qu'elle produit sur les animaux vivans. Si l'on en excepte un très-petit nombre pris dans les dernières classes de ces êtres, et appartenant aux moins sensibles, il n'en est point qu'une matière animale plus ou moins pourrie ne rebute et n'écarte du lieu où se passe cette scène de mort et de destruction. Au dégoût qu'elle leur inspire, à la fuite accélérée qu'elle occasionne, on juge aisément que ce phéno-

mène est ennemi de la vie, et qu'il la menace avec une énergie remarquable. Aussi le plus grand nombre des animaux ne peuvent-ils se nourrir de matières animales putréfiées à un certain point; et si quelques-uns, lâches et féroces en même temps, se repaissent de cadavres déja altérés, aucun n'en fait sa pâture, quand la putrescence en est trop avancée. On connaît l'aversion et le dégoût de tous les hommes pour les matières animales corrompues, l'impression fâcheuse qu'elles produisent sur leurs organes, et la répugnance que la vue et l'odorat ressentent au seul aspect de ces matières. Souvent les miasmes putrides ou les gaz qui s'exhalent des corps en putréfaction sont si délétères que les hommes et les animaux sont asphixiés par leur contact. Lorsqu'ils ne produisent pas cet effet subit, ils occasionnent des maladies putrides chez ceux qui y sont exposés. Il est des individus qui contractent des affections extérieures, des charbons, des pustules malignes et gangreneuses par l'action corruptrice de ces vapeurs; il en est d'autres qui en reçoivent une influence bien plus funeste encore, et sur lesquels, outre un affaiblissement considérable des forces de la vie, elles font naître des fièvres putrides du plus fâcheux caractère. On ne connaît point encore quelle est la nature du gaz putride, à qui sont dus ces terribles effets; ce n'est pas au gaz azote, comme l'avaient pensé quelques médecins modernes qui lui avaient donné, à cause de cela, le nom de *septon* ou plutôt de *gaz septique*. Il est permis de soupçonner qu'ils doivent plutôt être attribués à l'action de la matière animale pourrie elle-même, qui, dissoute dans les gaz exhalés pendant la putréfaction, va porter sur les organes qui sont le foyer de la vie son principe engourdissant ou affaiblissant, et verser dans le torrent des humeurs animales le germe ou le ferment putride qu'elles sont malheureusement si disposées à recevoir.

13. La science, en apprenant à reconnaître la source et la cause de ces terribles effets, fournit des armes pour les pré-

venir ou en déterminer l'influence. Deux moyens se présentent, conseillés par le raisonnement et confirmés par l'expérience : l'un, qui appartient à la police et à la sagesse des gouvernemens, consiste à écarter des lieux très-habités, particulièrement des grandes villes où l'accumulation et l'encombrement des hommes est déja une cause prédisposante des maladies putrides, les sources et les foyers d'infection et de putridité. Aérer les lieux d'habitation, y établir une ventilation fréquente, y faire détoner du nitre ou de la poudre, couvrir les égoûts, éloigner les cloaques de tous les genres, établir les cimetières hors des villes, allumer de grands feux de bois disposés de manière que le vent emporte la fumée dans les lieux qu'on veut préserver, prodiguer l'eau fraîche et vive dans des canaux ouverts, et sur-tout la faire jaillir en jets ou se précipiter en cascades : tels sont les grands moyens de prévenir les effets de la putréfaction ou au moins d'en repousser les atteintes. L'autre moyen plus borné, praticable seulement dans de petits espaces ou dans des lieux circonscrits, a pour but de détruire les miasmes putrides eux-mêmes, d'en enchaîner l'activité, d'en neutraliser la virulence. On obtient cet effet par le dégagement de l'acide muriatique en gaz et spécialement par le gaz acide muriatique oxigéné, que je regarde et que j'ai proposé, il y a quelques années, comme le plus grand antiseptique extérieur, parce qu'il attaque et détruit la combinaison animale qui constitue le virus. On en étendra, sous ce point de vue, les utilités et l'usage à mesure que les notions de la chimie se répandront dans les ateliers, et deviendront familières aux manufacturiers et aux artistes.

14. L'art a toujours cherché des moyens de prévenir la putréfaction des matières animales, et de les défendre contre la corruption. Le nombre des moyens et des matières qu'il a trouvés dans ce genre est très-considérable ; les principaux sont, comme on le conçoit, tous les procédés propres à détruire les conditions qui la font naître. Ainsi la

dessiccation des matières animales, la privation d'eau, le refroidissement, la pression, sont les premiers et les plus sûrs, parce que, par leur influence simple, ils font disparaître les causes qui développent la putréfaction. Beaucoup de matières dont on enveloppe les substances animales ou qui en pénétrent le tissu, remplissent le même but. Les acides, les sels, les aromates, le sucre, les huiles fixes et volatiles, les résines, le camphre, les poussières des plantes sèches et odorantes, des bois âcres, résineux, amers; le charbon, les vins généreux, l'alcool, les bitumes, ont particulièrement cette propriété : aussi sont-ce ces substances que l'on emploie avec le plus de sécurité pour conserver les matières animales dans l'art des embaumemens, les salaisons, les condimens, les macérations au vinaigre, etc.

15. La médecine s'est occupée avec un intérêt particulier de la recherche des matières susceptibles de retarder ou d'arrêter les progrès de la putréfaction qui se manifeste souvent dans quelques parties de l'homme malade; elle les a nommées *antiputrides* ou *antiseptiques*; en les comparant à celles déja indiquées, on y trouve de très-grands rapports.

Godart observe que tous les antiseptiques possibles peuvent être rapportés à trois classes :

A. Les rafraîchissans, qui comprennent tous les moyens de diminuer la chaleur, dont on connaît la grande influence sur la putréfaction; il range dans cette classe le froid, les aqueux, les farineux, les acides et les engourdissans;

B. Les ventilans ou ceux qui dissipent les miasmes putrides, l'agitation de l'air, les évacuans, les cordiaux;

C. Les fortifians qui condensent ou resserrent, dans lesquels il compte les acerbes, les astringens et les amers.

Bordenave a rapporté à six genres les antiseptiques médicinaux; savoir, les antirelâchans, les stimulans, les astringens, les balsamiques, les desséchans et les caustiques.

Boissieux, dans un tableau très-étendu et très-méthodique,

en a présenté la série partagée en un grand nombre de divisions ingénieuses qu'il n'est pas de mon objet de faire connaître ici. Dans toutes les considérations relatives à ces agens, on a spécialement distingué l'acide sulfurique, l'acide carbonique, les acides végétaux, le quinquina, le scordium, le bois de gayac, le camphre, le tannin, la noix de galle, l'alcool, les sels métalliques et leurs dissolutions; on a même été jusqu'à prétendre rétablir dans leur premier état des viandes déja fort avancées dans leur putréfaction. Macbride a spécialement attribué cet effet au gaz acide carbonique, parce que les chairs pourries qu'on y plonge reprennent une partie de leur couleur, de leur consistance : mais il est bien évident que cette prétention est exagérée, et qu'on n'a opéré que la séparation ou la dissolution de la partie extérieure la plus avancée d'avec la portion encore saine; car la science apprend qu'il est impossible de reformer une matière animale détruite, et l'on ne peut pas surpasser en ce genre la nature, qui s'est prescrit à elle-même l'impossibilité de rétrograder dans cette destruction.

16. D'après toutes les considérations précédentes, on ne peut plus douter que la putréfaction ne soit une décomposition lente, une espèce d'analyse spontanée qui s'opère en vertu de l'attraction compliquée, existant entre les principes nombreux des matières animales, l'hidrogène, l'azote, le carbone, l'oxigène, le soufre, le phosphore; que le mouvement qui s'excite entre ces principes, et qui a de grands rapports avec une fermentation, quoi qu'en aient dit Boerhaave et son école, qui lui refusait cette analogie, est en quelque manière ordonnée ou voulue par la nature; que c'est le moyen qu'elle emploie pour détruire et l'organisation et la composition animales, lorsque les matières organisées, privées de la vie, ne peuvent plus servir sous la forme animée, pour l'exercice et l'entretien de laquelle ces matières primitives avaient été seulement prêtées suivant les lois immuables établies dans l'ordre du monde; que la nature

reprend ainsi ces principes qui ne sont plus employés aux phénomènes de la vie, et qu'elle rend à d'autres combinaisons plus simples la portion de matière qui constituait le corps des animaux. Ainsi, par l'ordre admirable qui existe dans l'économie de la nature, les composés les plus compliqués, représentant pendant la vie le chef-d'œuvre de l'organisation et les phénomènes chimiques les plus nombreux, se réduisent après la mort en composés plus simples, presque tous binaires, rentrent, à l'aide de la décomposition putride, dans la classe des minéraux, repassent presqu'à l'état d'élémens, se dissolvent dans l'eau, se répandent dans la terre, et servent à de nouvelles combinaisons. C'est ainsi qu'en étudiant les propriétés et les caractères chimiques des substances animales, nous sommes ramenés aux substances simples et primitives par lesquelles nous avons commencé l'étude des corps naturels. Cet effet, ce passage, cette circulation de matières, apperçus depuis long-temps par l'ingénieux Beccher, avaient été nommés par ce chimiste le cercle du mouvement éternel, *circulus æterni motus.*

17. Les hommes ont de tout temps tiré parti des produits et des phénomènes de la putréfaction, et tiré en quelque sorte le soutien de leur existence du sein même de la mort et de la destruction. Les matières animales corrompues et réduites à l'état de terreau sont employées avec beaucoup d'avantage comme engrais ; pour diminuer leurs propriétés trop chaudes et trop nourrissantes, on ne les distribue dans la terre qu'on veut fumer que lorsqu'elles sont presque entièrement détruites. On les prépare aussi quelquefois par des procédés particuliers de dessèchement et de concentration, comme on le fait aux environs de Paris avec les vidanges des latrines, pour les convertir en une poussière sèche, très-fécondante, que l'on nomme poudrette. Dans d'autres lieux, en faisant pourrir les matières animales avec des substances végétales, ou en arrosant celles-ci, déposées par couches sèches et exposées à la

décomposition sous des hangars avec des liquides animaux, de l'urine, des eaux de vaisselle, de boucherie, etc., on hâte la production du nitre, en raison de l'azote que fournissent ces liquides. Dans quelques ateliers on se sert des matières animales, et notamment des urines corrompues pour extraire facilement des quantités très-abondantes de carbonate d'ammoniaque. Enfin on peut profiter de la découverte que j'ai faite de la conversion des corps des animaux en gras dans l'eau stagnante ou dans les terres humides, pour fabriquer avec des débris inemployés jusqu'à présent des graisses utiles dans un grand nombre d'arts. On assure même que l'industrie anglaise a déja mis cette découverte à profit, et qu'on prépare en Angleterre une huile concrète par ce mode de putréfaction.

18. Il y a quelques circonstances qui, s'opposant plus ou moins fortement à la décomposition putride des matières animales, ne leur laissent que la possibilité de se convertir en corps de nature diverse et susceptibles de se conserver long-temps dans ce dernier état ; c'est dans cette classe qu'il faut ranger, 1°. les cadavres desséchés par un ciel sec et brûlant ou par un sable aride et fortement chauffé ; 2°. les momies naturelles, les momies que l'art, conseillé par un sentiment religieux ou par un attachement respectable pour les restes des êtres chéris, prépare à l'aide de tous les moyens conservateurs et des embaumemens ; 3°. les corps et les organes préparés par divers moyens anatomiques ; 4°. les crins, les soies, les poils, les plumes, les peaux, apprêtés et conservés en tissus solides et durables ; 5°. les chairs fumées, salées, durcies, devenues comme ligneuses, et qui restent très-long-temps sans altération ; 6°. les os, les cornes, les écailles, séchés et convertis en ustensiles ou en machines d'une forme et d'une utilité variées ; 7°. les os imprégnés de divers minéraux dans le sein de la terre, et spécialement ceux qui sont changés en turquoise. Il y a lieu de croire aussi qu'une portion des débris de la

matière animale, si abondante dans l'eau des mers et des grands fleuves, entre par leur décomposition plus ou moins avancée, et en prenant le caractère de substance huileuse dans la formation des bitumes. Quant aux substances animales pétrifiées qu'on a coutume de ranger dans la même série que les substances précédentes, ou bien ce sont des solides imprégnés de dépôt calcaire, ou bien ce ne sont que des moules remplis de matières silicées.

TROISIÈME ORDRE DE FAITS.

Des propriétés des substances animales particulières.

ARTICLE PREMIER.

De la comparaison et de la classification des substances animales diverses.

§. Ier.

Des divers modes, de leur classification.

1. Il ne suffit pas d'avoir considéré les substances animales en général, et d'avoir recherché les caractères qui les distinguent des substances végétales. Cette première recherche ne doit être regardée que comme une introduction à l'histoire chimique de ces matières en particulier. Elle devait la précéder et l'éclairer, mais elle ne peut pas en tenir lieu; elle a seulement l'avantage de rendre plus facile à concevoir l'examen de leurs propriétés et de diminuer l'étendue des détails que cet examen aurait exigés, si l'exposé des propriétés générales des matières animales n'en avait pas déterminé la nature.

2. Quoiqu'il paraisse indifférent, au premier coup-d'œil, de traiter l'histoire chimique des matières animales dans tel ou tel ordre, il est cependant nécessaire de se décider dans le choix de cet ordre, et pour cela il devient nécessaire de faire connaître et de comparer entre elles les différentes méthodes

de classer ces matières. On conçoit d'abord qu'on peut les regarder comme des espèces de matériaux immédiats des animaux, et que sous ce point de vue il serait possible de les partager ou plutôt de les disposer comme on l'a fait par rapport à ces matières végétales, en solubles dans l'eau, en huileux, en salins, en solides et indissolubles. Mais ce premier genre de division est fort imparfait et fort inexact, puisqu'il est bien loin d'embrasser toutes les substances qui composent le corps des animaux.

3. Le partage de ces substances en liquides et en solides est encore insuffisant. Souvent on a suivi dans les ouvrages de chimie la division en liqueurs récrémentitielles, telles que le sang, la lymphe; en excrémentitielles, comme l'urine, etc., et en excrémento-récrémentitielles, la bile, le sperme, etc. On ne doit pas être plus satisfait de cette classification qui ne présente rien de bien fixe ni de bien exact. On pourrait disposer ces matières, d'après leur nature chimique, en huit classes, suivant la surabondance de l'un ou de l'autre des principes qui entrent dans leur composition : ainsi l'on aurait :

A. Des substances animales *hidrogénées* ou huileuses; telles que la graisse, le cérumen, la bile.

B. Des substances animales *oxigénées* ou oxides, les albumineuses, les lymphatiques; on y comprendrait la lymphe, l'eau des cavités intérieures; la pulpe cérébrale.

C. Des substances animales *carbonées*; les gélatineuses ou muqueuses renfermant les membranes, les aponévroses, les tendons.

D. Les substances animales *azotées*, fibreuses ou charnues, tels que les muscles, quelques parenchymes viscéraux.

E. Les substances animales *acides*, l'acide urique, l'acide formique, le bombique, etc.

F. Les substances animales *salées* aqueuses, comme l'humeur aqueuse et l'humeur vitrée, les larmes, la salive.

G. Les substances animales *phosphatées*, sur-tout celles où

le phosphate de chaux prédomine ; on placerait dans cette classse les ongles, les cornes, les poils, les os.

H. Enfin les substances animales *mixtes* ou *mélangées*, contenant plusieurs des précédens matériaux ; cette dernière classe appartiendrait au sang, au lait, au sperme, à l'urine.

4. La méthode chimique dont je viens de tracer l'esquisse serait sans contredit la plus parfaite, la plus exacte, et celle qui devrait être préférée à toutes les autres, si l'analyse animale était plus avancée, si l'on connaissait mieux la nature comparée des liquides et des solides animaux. Car outre que toutes ces matières n'ont point encore été assez bien analysées pour pouvoir être rangées dans l'une ou l'autre des huit classes indiquées, je ne puis présenter ce partage en huit classes que comme un essai fort imparfait, qui, pourtant quoique non hypothétique, n'est pas assez bien fondé sur l'expérience pour qu'on puisse l'adopter et le regarder comme propre à faire bien connaître la nature comparée des divers composés animaux. Je le donne ici plutôt pour faire connaître ce que la chimie peut espérer d'atteindre dans ce genre, que pour une véritable méthode de classification. Aussi je n'adopterai point cette méthode, trop peu exacte encore, dans les articles suivans.

5. Voici l'ordre que l'état actuel de la chimie et de la physique animales me permet d'adopter aujourd'hui. Je diviserai les matières animales en trois classes ; je rangerai dans la première celles qui sont généralement répandues dans tout le corps des animaux ; dans la seconde, celles qui appartiennent à quelque région, à quelque organe particulier ; et dans la troisième celles qu'on ne trouve que dans quelques ordres d'animaux, tandis que les matières des deux premières se rencontrent généralement dans tous. Les matières animales généralement répandues sont ou liquides, telles que le sang, la lymphe, la graisse, la transpiration, l'humeur des cavités intérieures de la synovie ; ou molles, comme le tissu cellu-

laire, les membranes, les tendons, les aponévroses, les ligamens, le tissu glanduleux, les muscles, la peau et l'épiderme; ou solides, le tissu corné des poils, le tissu cartilagineux, le tissu osseux.

6. La seconde classe des matières animales appartenant aux diverses régions du corps des animaux comprend dans quatre divisions:

A. Les substances contenues dans le crâne.

B. Celles que présentent les cavités de la face.

C. Celles qu'on trouve dans la poitrine.

D. Celles que renferme le bas-ventre.

Les matières appartenant au crâne sont la pulpe cérébrale, le fluide nerveux, la liqueur des ventricules du cerveau, les concrétions pinéales.

Celles de la face sont l'humeur aqueuse de l'œil, l'humeur vitrée, l'humeur cristalline, les larmes, le mucus nasal, le mucus de la bouche, le suc des amygdales, la salive, les calculs salivaires, le tartre des dents, le cérumen.

Aux matières appartenant à la poitrine il faut rapporter le mucus trachéal et bronchique, le gaz sortant des poumons, les concrétions pulmonaires et le lait.

Les substances cachées dans la cavité du bas-ventre comprennent le suc gastrique, le suc pancréatique, la bile et les calculs biliaires, le suc intestinal, le chyle, les excrémens, les gaz intestinaux et les concrétions des intestins, auxquels il faut ajouter la liqueur de l'amnios, la liqueur surrénale, le méconium, liquides particuliers au fœtus, et enfin l'urine, les calculs urinaires, le suc de la prostate, et le sperme.

7. La troisième classe des matières animales renferme celles qui sont particulières à quelques ordres d'animaux, que l'on emploie fréquemment dans les arts; et comme ces ordres sont au nombre de sept, elle se partage de la même manière.

La première division contient celles que fournissent particulièrement les mammifères, telles que l'ivoire, la corne de

cerf, la corne, la laine, le musc, la civette, l'ambre gris et les bezoards.

La seconde division est réservée pour celles qu'on tire des oiseaux; savoir, les œufs, les plumes, la fiente, et la membrane stomachale.

La troisième offre les produits particuliers aux amphibies, la vipère et son venin, le scinc, le lézard, le crapaud, la tortue et son écaille.

La quatrième est destinée à quelques productions particulières aux poissons, à l'icthyocolle, à l'huile de poisson, aux écailles d'ablette, et aux os de la tête de plusieurs de ces animaux.

Je rapporte à la cinquième quelques matières dues aux mollusques, l'os et l'encre de sèche, la perle et la nacre, les coquilles.

Dans la sixième je place celles qu'on extrait des insectes et des vers, le miel et la cire des abeilles, les cantharides, les cloportes, les fourmis, leur acide et la laque, le pain de fourmi, la soie, la cochenille, le chermès, les pierres d'écrevisses, le lombric.

Enfin l'ordre des zoophytes donne quatre matières animales particulières; savoir, la coralline, le corail, le madrépore, et l'éponge.

8. Pour offrir l'ensemble de cette division des substances animales, je la présente ici en un tableau dans lequel on saisira au premier coup-d'œil le rapport, la différence et la classification de ces matières. On y verra qu'il y a cinquante-trois substances différentes dans les deux premières classes, et quarante-une dans la troisième; l'importance des cinquante-trois premières m'oblige de les traiter dans un assez grand nombre d'articles séparés. Quant à celles de la troisième qui présentent plus ou moins de ressemblance avec celles des deux premières classes, je me contenterai de les faire connaître dans les sept articles qui comprendront les produits particuliers formés par les sept ordres d'animaux.

TABLEAU

Contenant la division et la classification des matières animales.

Toutes les matières animales, considérées dans leurs rapports mutuels, peuvent être divisées dans les trois classes suivantes.

Première classe.

Matières animales appartenant à tout le corps.

- Liquides
  - Sang. 1
  - Lymphe 2
  - Graisse 3
  - Transpiration 4
  - Humeur des cavités intérieures . . 5
  - Synovie 6
- Molles
  - Tissu cellulaire 7
  - — membraneux 8
  - — tendineux 9
  - — aponévrotique 10
  - — ligamenteux 11
  - — glanduleux. 12
  - — musculaire. 13
  - — cutané. 14
  - — épidermoïde 15
- Solides
  - Poil 16
  - Cartilage 17
  - Os. 18

DEUXIÈME CLASSE.

Matières animales appartenant à quelques régions particulières du corps des animaux.

- A l'abdomen
  - Suc gastrique 38
  - — pancréatique 39
  - Bile 40
  - Calculs biliaires 41
  - Suc intestinal 42
  - Chyle 43
  - Excrémens 44
  - Gaz des intestins 45
  - Concrétions intestinales. 46
  - Liqueur de l'amnios 47
  - — surrénale 48
  - Méconium 49
  - Urine 50
  - Calculs urinaires 51
  - Suc de la prostate 52
  - Sperme. 53

Troisième classe.

Matières animales appartenant à chacun des sept ordres d'animaux en particulier.

- Aux mammifères
  - Ivoire 54
  - Bois de cerf. 55
  - Corne 56
  - Laine 57
  - Musc 58
  - Civette. 59
  - Castoréum 60
  - Ambre gris 61
  - Blanc de baleine 62
  - Bézoards 63
- Aux oiseaux
  - Œufs 64
  - Plumes. 65
  - Fiente 66
  - Membrane stomacale 67

ARTICLE II.

Du sang.

§. Ier.

Histoire de l'analyse du sang.

1. Le sang, ce fluide rouge et chaud contenu dans les artères et dans les veines, nécessaire à la vie, mu sans cesse par la circulation, arrosant tous les organes, y portant la chaleur et le mouvement, y distribuant la nourriture, jouant un grand rôle dans l'économie animale, a été de tout temps l'objet principal des études et des recherches de l'anatomiste, du physiologiste, du médecin. Sujet de beaucoup de travaux importans, soumis à une foule d'expériences, il est encore aujourd'hui, malgré les méditations des philosophes et les nombreuses observations des médecins, une énigme inexplicable; et quoique plus avancée dans la connaissance de ses propriétés, la physique moderne est bien loin du point où elle doit arriver pour en expliquer la véritable influence dans les phénomènes de la vie. Ses effets paraissent extrêmement compliqués, ses usages multipliés à l'infini; on le voit présider en quelque sorte à toutes les fonctions; la respiration agit spécialement sur lui, la circulation s'exerce pour le transporter dans tous les points du corps; c'est lui qui échauffe tout le système animal; il fait mouvoir le cœur, et il est ainsi le premier agent de tout mouvement; il est la source commune de toutes les secrétions; il forme toutes les humeurs; il nourrit tous les organes; il fournit le récrément comme l'excrément; il répare les pertes de toutes les parties; la lymphe est une de ses productions; la transpiration s'échappe des extrémités cutanées des canaux qui le transmettent; il est par-tout; il vivifie

tous les systèmes organiques divers dont l'ensemble constitue la machine animée; il doit donc offrir au philosophe la série de tous les problèmes que lui présente l'économie des animaux.

2. Aussi le nombre des savans qui s'en sont occupés est-il immense : les uns ont examiné ses propriétés physiques ; sa seule quantité, sa température, sa pesanteur, son mouvement ont été l'objet de grandes recherches qui ne sont pas même encore entièrement terminées. Sa proportion n'est pas même connue ; et les autres ont varié entre eux depuis quatre kilogrammes (huit livres) jusqu'à quatorze kilogrammes (vingt-huit livres), pour la quantité contenue dans le corps de l'homme d'un poids moyen. Les uns ont dit qu'il faisait le cinquième du poids du corps, les autres le vingtième seulement. Il en est qui le portent au seizième, au quinzième, etc. On croit communément qu'il est partagé de manière qu'il y en a neuf parties dans les veines et quatre parties dans les artères. En lisant dans le savant ouvrage de physiologie de Haller les opinions de Harvey, Allen, King, Lister, Drelincourt, Hales, Moor, Siégel, Primerose, Keil, Lobb, Lower, Quesnay, Fr. Hoffman, sur la proportion du sang dans l'homme, on reconnaît combien la connaissance précise de ses plus simples propriétés présente de difficultés et d'incertitudes. Si l'on remarque encore dans le même auteur quelle diversité d'opinion a régné dans les écoles sur la différence de couleur et de température du sang artériel et du sang veineux, question qui semble cependant facile à résoudre par la seule inspection ou par des expériences simples ; si l'on compare les noms célèbres de Galien, Erasistrate, Arctée, Harvey, Lower, Mayow, Schreiber, Willis, Swammerdam, Duverney, Verheyen, Helvétius, Michelotti, Lancizi, Severini, Cheselden, Hamberger, Martine, Pitcarn, Jurin, Dehaen, qui n'ont pas pu résoudre avec exactitude ces problèmes, et qui ont laissé leur résultat incertain malgré un travail assidu de plusieurs siècles : on concevra de quels entraves l'esprit

humain a été embarrassé dans sa marche sur cette partie si importante de la physiologie.

3. Aussi beaucoup d'habiles et savans médecins, effrayés long-temps de cet insuccès des sciences physiques, et ne se fiant pas davantage sur les expériences des chimistes, ont-ils cru devoir prendre une route différente pour apprécier les propriétés du sang. Fondés sur les phénomènes qu'il offre dans les animaux vivans, ils l'ont considéré comme un assemblage de toutes les humeurs animales, comme un réservoir de tous ces matériaux, une dissolution de toutes les parties solides, une sorte de chair coulante, de mucilage animal plastique, chaud, bouillonnant, mu en torrens, aboutissant à toutes les parties du corps, communiquant avec toutes, prenant une tournure ou une nature particulière dans chaque organe et même dans le voisinage de chacun d'eux, distribuant dans toutes leurs cellules les matériaux qui doivent servir à leur réparation, ne restant fluide que par le mouvement, précipitant des fibres déja solidifiées par une légère agitation, disposé à prendre l'état de masse concrète lorsque son mouvement se ralentit, animé d'une force particulière ou vitale qui disparaît à la mort, et qu'on ne peut plus y reconnaître quand il est séparé des animaux vivans. Ils ont nommé cette suite de notions *analyse médicinale du sang*. Mais quelque finesse que Bordeu ait mise dans l'exposition de ces idées, on n'y reconnaît ni précision, ni exactitude, ni connaissance positive ; on n'y trouve que des aperçus vagues, que des fruits d'une imagination active à laquelle on pourrait peut-être faire le même reproche que celui qu'il adressait aux chimistes.

4. Malgré le peu de confiance que les médecins, à la vérité parmi ceux qui avec beaucoup de lumières et de talens d'ailleurs n'avaient pas assez approfondi les connaissances chimiques, ont témoignée pour l'examen du sang par les moyens et les instrumens de cette science, un grand nombre de chi-

mistes, aussi dans la classe des médecins, et conséquemment faits pour balancer l'opinion des premiers, se sont occupés de l'analyse chimique du sang.

Après les premiers essais fort inexacts encore de Barbatus et de Bohnius dans le dix-septième siècle, après les disputes de Vieussens, de Willis, etc., pour admettre ou rejeter la présence d'un prétendu acide dans le sang : on a vu Ruysch traiter expérimentalement la concrescibilité du sang, et l'art d'en tirer des fibres, des tissus, des membranes; Lewenoeck et Hartsoëker, en interroger la nature avec le microscope, et y décrire une structure globuleuse composée, dont Boerhaave a fait un usage ingénieux, quoiqu'elle ne soit qu'une sorte de fiction microscopique.

Hales disserta savamment sur l'analyse par le feu et sur le fluide élastique que cet agent en dégage.

Lémery y a trouvé le fer tout formé, dont Menghini a déterminé la proportion.

Hoffman a décrit un des premiers les caractères chimiques de ses diverses parties séparées spontanément.

Langrish, Cheyne, Swencke en ont donné des analyses presque complètes pour le temps où ils ont écrit.

Gaubius l'a examiné après Boerhaave beaucoup plus exactement que son prédécesseur.

Rouelle le jeune a le premier fait connaître, avec précision, les sels qui y sont contenus.

G. Hewson en a décrit plusieurs propriétés avec sagacité.

Bucquet, immédiatement après Rouelle, a spécialement étudié les caractères chimiques du caillot et de la partie fibreuse.

Dehaen a fait voir que sa coagulation, son serum, sa couenne variaient suivant les circonstances de son extraction par la saignée.

Cygna n'a rien négligé pour découvrir la cause de sa rutilation à l'air, que les expériences de Lavoisier, de Menziez et de Godwyn ont mise ensuite hors de doute.

Crawford a déterminé la différence de chaleur spécifique du sang artériel et du sang veineux.

Les citoyens Deyeux et Parmentier en ont examiné avec beaucoup de soin les différens matériaux du sang, le serum, la fibre, le caillot, et quelques-unes de ses altérations morbifiques.

Je m'en suis également occupé, à différentes reprises, depuis quinze ans ; j'y ai fait connaître la présence de la gélatine, l'action d'un feu violent dans des vaisseaux ouverts, sa différence dans le fœtus, etc.

L'esquisse rapide que je viens de tracer suffit pour prouver qu'on a beaucoup travaillé sur la nature du sang ; je dois la terminer par faire observer que si la chimie n'a point encore résolu tous les problèmes que lui présente ce fluide, elle a fait connaître au moins la route qu'il fallait suivre pour en trouver la solution, comme les détails suivans le prouveront.

§. II.

Du sang entier.

5. Le sang de l'homme, et celui de bœuf qui s'en rapproche beaucoup, et qu'on a soumis le plus fréquemment à l'analyse chimique parce qu'on se le procure avec beaucoup de facilité, est un liquide d'un beau rouge pourpré, d'une consistance un peu épaisse, collante et visqueuse, d'un tact doux et comme savonneux, d'une odeur fade et particulière, d'une saveur douceâtre et salée. Sa température est entre vingt-neuf et trente-deux degrés. Les physiciens ont varié entre eux sur la pesanteur spécifique qu'ils lui ont attribuée. Ils ont trouvé son rapport à la pesanteur de l'eau :: 1053 ou 1126 : 1000. On a dit que, vu au microscope, il était un composé de globules rouges, nageant dans un liquide transparent, et que les globules rouges, étaient formées de plusieurs autres globules jaunes réunis ; que ces globules rouges se divisaient, se brisaient dans les petits

vaisseaux, et donnaient ainsi naissance à des liquides de plus en plus ternes et de moins en moins colorés, qui se trouvaient dans des ordres de vaisseaux de plus en plus fins. Ces globules étaient susceptibles de se comprimer, de s'alonger, de s'applatir en passant à travers les filières animales. Les physiologistes modernes ont repoussé toutes ces idées comme des chimères. Ce qu'il y a de vrai, dit Haller dans l'histoire de ces globules, c'est qu'on en voit en effet dans le sang à l'aide du microscope; mais que les jaunes qu'on y voit aussi quelquefois ne sont pas plus petits que les rouges, qu'ils n'en sont pas des divisions, qu'ils ne se montrent que dans les animaux affaiblis; qu'ils nagent dans un serum transparent et presque invisible: qu'on n'a vu les globules rouges ni se briser, ni se réunir, qu'ils ne se convertissent point en serum par leur prétendue division, et qu'ils n'en ont en effet, comme on le verra plus bas, ni les caractères ni la nature intime.

6. Le sang entier, qu'on doit examiner avant ses parties différentes, exposé à une température faible, et qui n'excède pas cent degrés au thermomètre centigrade, ne répand dans l'air que peu de vapeur, s'épaissit et se coagule, prend une couleur brune assez semblable à celle du foie des animaux, et se dessèche peu à peu si on l'agite, de manière à se convertir en une poudre presque noire, grasse sous le doigt, et qui se conserve sans altération dans des vaisseaux bien fermés; à l'air il s'humecte un peu et se couvre d'une efflorescence de carbonate de soude. Le coagulum du sang seché à l'air devient sensiblement attirable à l'aimant; chauffé plus fortement dans un creuset, il se ramollit, devient comme huileux, se fond, se boursoufle, s'enflamme et se réduit en charbon après avoir exhalé une odeur très-fétide. Ce qui s'en dégage pendant cette action forte et décomposante du feu ouvert présente une suite de produits que j'ai décrits avec soin; d'abord de l'eau ammoniacale, en second lieu une vapeur blanche très-piquante de carbonate d'ammoniaque, et

bientôt une fumée jaunâtre épaisse d'une grande fétidité, qui est manifestement huileuse et inflammable ; ensuite de l'acide prussique reconnaissable à son odeur d'amandes amères ; puis de l'acide phosphorique, annoncé par quelques flammes qui s'élancent de la matière charbonnée et rouge ; enfin du carbonate de soude. Il reste dans le creuset un mélange d'oxide de fer noirâtre ou d'un brun noir grenu cristallisé, de carbone uni à un peu de fer et presqu'à l'état de carbure de ce métal, enfin de phosphate de chaux et de muriate de soude. On voit que dans cette opération les principes constituans du sang se séparent presque tous en composés binaires, si l'on en excepte l'huile et l'acide prussique. Il faut noter que quand on cuit le sang dans une bassine de cuivre, ce liquide en dissout assez pour donner, en le calcinant avec l'alcali, du prussiate cuivreux, même abondamment.

7. Quand au lieu de traiter le sang par le feu dans des vaisseaux ouverts on le distille dans des appareils fermés, à une chaleur douce, sur-tout à celle du bain-marie, il donne beaucoup d'eau qui a une odeur fade, qui se pourrit et devient fétide quand on la garde ; le sang se trouve en même temps coagulé brun et même desséché. Si on le distille ensuite à la cornue et par un feu bien conduit jusqu'à faire rougir le fond de la cornue de porcelaine où cette distillation doit être faite, on obtient de l'eau fétide chargée de carbonate et de zoonate d'ammoniaque, plus un savon ammoniacal qui la colore en rouge brun ; une huile d'abord rouge et légère, ensuite brune, noirâtre, épaisse et presque concrète, d'une grande fétidité, et qui avant de se condenser remplit les récipiens d'une vapeur blanche épaisse de carbonate d'ammoniaque cristallisé ; enfin des gaz hidrogène carboné et sulfuré. Il reste dans la cornue un charbon spongieux, brillant, comme métallique, très-adhérent au vase, très-difficile à réduire en cendres, où l'on trouve par l'analyse, outre le carbone uni à un peu de fer, du phosphate, du muriate et du carbonate

de soude, du phosphate de fer et du phosphate de chaux. Quoique cette distillation à feu nu et violent, le seul moyen d'analyse du sang qu'on possédât autrefois, ne fournisse pas les véritables principes du sang comme on le croyait autrefois, elle est d'accord avec ce qui a été indiqué ci-dessus dans l'histoire des caractères généraux des substances animales, et elle apprend, comme le traitement à feu ouvert, quels sont en général les principes primitifs du sang.

8. Le sang exposé à l'air au sortir de ses vaisseaux se fige ou se concrète plus ou moins promptement; il forme, ou une masse presque solide, rouge au dehors, noire dans l'intérieur, ou une substance comme gélatineuse, tremblante, semblable à la gelée de groseille, suivant l'âge et la force des individus d'où il provient. C'est cette coagulation spontanée qui y avait fait admettre la force plastique, et qui l'avait fait considérer par les anciens comme une espèce de chair coulante. Quelques heures après cette concrétion spontanée en une seule masse homogène, le sang se resserre, se condense, et il en sort un liquide d'un blanc verdâtre qu'on nomme serum du sang. Quoique ce double effet ait lieu dans des vaisseaux fermés comme à l'air, celui-ci en favorise la production; le même contact fait passer le noir du caillot à la couleur rouge brillante; bientôt, et sur-tout quand l'atmosphère excède douze degrés ou le tempéré, le sang se ramollit, se fond, se dissout, exhale une odeur d'abord fade, ensuite fétide, et finit par se décomposer complétement en se pourrissant. L'humidité de l'air accélère cette putréfaction; tandis qu'une grande sécheresse réunie à une forte élévation de température dans l'air, dessèche ce liquide et l'épaissit au lieu d'y faire naître la décomposition septique comme le précédent; le contact du gaz oxigène rend éclatante la couleur du sang; le gaz azote et le gaz hidrogène le rendent au contraire brun ou violet; le gaz hidrogène sulfuré le noircit.

9. Le sang est entièrement dissoluble dans l'eau quand il

est bien liquide ; lorsqu'il est coagulé, l'eau n'en dissout que la partie rouge et laisse la base fibreuse solide et blanche du caillot isolée : c'est le moyen que l'on met en usage pour séparer ces deux substances et faire un commencement d'analyse immédiate autant que simple du sang. Si l'on jette du sang dans de l'eau chaude au-dessus de quarante-cinq degrés du thermomètre centigrade, ce liquide présente une foule de petits filamens solides qui nagent, et quelquefois même des pellicules ou membranes flottantes : on voit cet effet dans les saignées du pied. Au-dessus de la température indiquée dans l'eau où on le jette, le sang se coagule tout entier en flocons bruns qui se condensent et se resserrent sur eux-mêmes. Une longue macération du sang dans l'eau en favorise la décomposition putride ; la matière colorante s'en précipite en se foncant, et la substance solide du caillot prend à la fin le caractère de graisse adipocireuse. Quelquefois deux parties d'eau et une partie de sang ayant été coagulées au feu, la liqueur séparée du coagulum, évaporée lentement, donne un extrait bilieux : c'est ainsi que j'ai montré la présence de la bile dans le sang en 1790.

10. Les acides mêlés au sang fluide le coagulent et le décomposent, en rendant sa couleur plus foncée et plus ou moins brune quand ils sont concentrés. L'acide sulfurique concentré le brunit fortement et le charbonne. Le nitrique en dégage, en le coagulant, beaucoup de gaz azote, et convertit sa substance en acide carbonique, en acide oxalique et en matière grasse ; le muriatique le coagule sans altérer sensiblement sa couleur ; le muriatique oxigéné le noircit comme de l'encre. Les acides végétaux ne font que l'épaissir ; l'acide acétique seul parmi eux en opère la coagulation. Les alcalis caustiques au contraire liquéfient et dissolvent le sang coagulé même par les acides ; si on les mêle à du sang tiré récemment et qui ne se soit pas coagulé, ils en empêchent la coagulation. On a vu plus haut comment les alcalis chauffés

fortement avec ce liquide se saturent en partie d'acide prussique.

11. On a mélangé beaucoup de sels avec le sang, et on a vu en général que leur effet se rapprochait par la propriété antiseptique et par le ramollissement ou la liquéfaction qu'ils en opèrent, ainsi que par l'obstacle qu'ils opposent à sa coagulation. Il y a eu un temps où cet effet des sels et des dissolutions salines sur le sang était regardé comme un indice de leur vertu médicamenteuse ; mais on a bientôt reconnu que cette vue était une véritable erreur dangereuse à l'art de guérir. Les sels terreux en général sont décomposés par le sang à l'aide de la soude qu'il contient.

Les oxides métalliques n'ont pas d'action sensible sur le sang, excepté ceux qui cédant promptement leur oxigène le coagulent. Les dissolutions métalliques précipitent presque toutes et coagulent le sang ; elles agissent spécialement sur sa partie albumineuse ; il est presque superflu d'ajouter ici que ces deux genres de corps, les sels alcalins et métalliques, conservent le sang et le défendent de la putréfaction.

12. La plupart des matériaux immédiats des végétaux, et même des plantes entières, produisent ce dernier effet sur le sang et agissent sur lui comme antiputrides ; c'est sur-tout dans le sucre, les huiles volatiles, le camphre, les résines et les baumes, que réside cette propriété. Les dissolutions de gomme et d'amidon le coagulent.

Le tannin précipite abondamment le sang ; le gallin et l'acide gallique pur le noircissent et y forment un dépôt atramenteux, qui sans autre expérience sert à y faire reconnaître le fer. On peut obtenir ce précipité en étendant le sang de beaucoup d'eau. En même temps la propriété astringente de l'acide gallique et de l'extrait qui l'accompagne dans la noix de galle, épaissit, condense et même durcit la matière solide du sang ; on remarque le même effet dans toutes les substances astringentes végétales, en particulier dans le quinquina, le simaroüba, l'écorce de grenade, le sumac, le brou de noix, le thé, etc.

L'alcool, versé sur le sang, produit aussi sa coagulation ; mais il ne le précipite qu'en petits flocons que l'eau sépare et délaie presque jusqu'à les dissoudre.

13. Le sang, comme toutes les autres matières animales particulières, a son mode et ses phénomènes propres de putréfaction. Sa couleur se fonce et brunit, sa consistance se perd, son odeur devient d'une fétidité atroce ; il s'en sépare un grand nombre de flocons membraneux, de pellicules brunes qui noircissent peu à peu ; il s'en dégage une quantité considérable d'ammoniaque et de gaz acide carbonique. Il faut un temps très-long pour qu'il perde entièrement sa forme, ses caractères de sang, pour qu'il devienne un corps solide, épais, extractiforme, et sur-tout pour qu'il se réduise en une espèce de terreau. On y trouve alors à peu près les mêmes matériaux que dans le charbon qui reste après sa distillation ou sa combustion, excepté que ce résidu conserve un toucher gras et onctueux qui annonce dans son altération une production de matière grasse bien prononcée.

§. III.

De la séparation et de la classification des matériaux immédiats du sang.

14. Quoique tous les caractères chimiques du sang entier ne soient pas sans intérêt, ils ne sont cependant pas aussi tranchés et aussi importans à saisir que ceux qui appartiennent à ses élémens immédiats, aux matériaux divers qui s'en séparent spontanément. On sait que ce liquide, abandonné à lui-même au sortir des veines ou des artères de l'animal vivant, présente, tant qu'il est chaud et fluide, un effluve odorant qu'on a regardé comme un de ses principes ; qu'il se coagule ou se prend bientôt en une masse tremblante, gélatiniforme, qui se condense, se resserre, se rapproche

peu à peu dans ses parties, et exprime de lui-même un liquide blanc jaunâtre, transparent; qu'alors il représente une espèce de caillot, de gâteau rouge flottant qu'on a nommé *cruor* ou *isle rouge;* que cette formation n'a pas lieu de la même manière quand le sang a été fort agité; que par cette agitation qu'on pratique souvent dans les boucheries, on sépare du sang une quantité notable de matière fibreuse, solide, blanchâtre, comme filée, qui s'attache au bâton employé pour remuer ce liquide; que lorsqu'on a séparé le serum ou le liquide blanc du caillot, celui-ci, lavé avec l'eau jetée en filet à sa surface, se sépare en deux matières, l'une colorée rouge, dissoute dans l'eau du lavage, c'est la matière colorante du sang; l'autre, solide, blanche, filamenteuse, qu'on nomme fibre ou fibrine. Voilà donc cinq matières à examiner en particulier; savoir, l'effluve odorant, le serum, le caillot, la matière colorante et la substance fibreuse. Je commencerai par faire remarquer que ces matériaux immédiats du sang, une fois séparés les uns des autres, ou même deux d'entre eux, le caillot et le serum, isolés spontanément, il n'est plus possible de les réunir, de les combiner de sorte à reformer le sang, et qu'une fois le lien rompu entre eux par leur séparation du corps vivant et la cessation du mouvement vital, on ne peut plus faire reparaître la composion primitive.

§. IV.

De l'effluve odorant du sang.

15. Je distingue parmi les principes prochains du sang l'effluve odorant, pour me conformer à l'opinion adoptée par les plus célèbres physiologistes qui l'ont regardé comme un des élémens les plus importans de ce liquide, et qui lui ont attribué des effets très-puissans dans l'économie ani-

male. Quelques physiciens modernes ont pensé que ce principe odorant était un gaz particulier, et c'est d'après cette idée que les citoyens Deyeux et Parmentier ont fait des essais sur cet effluve dans leur nouvelle analyse du sang. Il résulte de leurs expériences qu'on ne peut obtenir ce principe isolé en gaz, qu'en le condensant dans une bouteille dont le sang, qui y avait été mis tout chaud, remplissait une partie, et dont la portion pleine d'air recevait ce corps odorant : cet air n'éteignait point les bougies qu'on y plongeait ; qu'il ne précipitait pas l'eau de chaux ; qu'il était cependant assez fortement imprégné de l'odeur du sang pour la communiquer à l'eau par l'agitation, pour répandre au bout de quelque temps une odeur fétide, et éteindre alors les bougies, sans contenir cependant de l'ammoniaque ; qu'il était alors un peu moins bon à l'eudiomètre ; que l'eau odorante extraite du sang par la distillation au bain-marie, et qui ne donnait rien aux réactifs s'est pourrie, a déposé des flocons et verdi les violettes ; qu'en la chauffant en cet état elle avait fourni un sédiment brûlant sur les charbons, avec l'odeur de la corne. Le sang distillé avec l'alcool leur a présenté, dans le produit volatil, son odeur bien marquée quand on l'a versé dans l'eau ; cependant cet alcool odorant n'a montré aucun effet sur les réactifs. Les chimistes cités croyaient pouvoir conclure de ces essais que l'arome du sang est le principe le plus altérable et celui qui s'échappe et change le premier ce liquide en se volatilisant. Je ne peux voir dans les phénomènes indiqués qu'une légère portion de la matière du sang toute entière, élevée en vapeur avec l'eau ; et je ne trouve aucun rapport entre les données des expériences relatives à cette vapeur et les usages qu'on lui attribue. On a cru à tort que la mousse formée par le sang, jaillissant et tombant d'en haut, était la preuve du gaz ; ce n'est que de l'air renfermé par la viscosité de ce liquide.

16. Quoique je n'admette pas un principe particulier de

l'odeur du sang, il n'est pas moins important de savoir que cette odeur est un des caractères les plus prononcés, et une des différences les plus saillantes que l'on trouve dans ce liquide vital, considéré à différentes circonstances. L'odeur du sang est faible dans l'enfance et dans la femme; elle devient très-forte dans la puberté, au moment où la liqueur séminale se forme abondamment et se ramasse dans ses réservoirs; elle a dès-lors quelque chose de fort, d'âcre et même de fétide. Le sang des eunuques en est dépourvu, ainsi que celui des vieillards; aussi quelques physiologistes ont-ils cru que l'odeur du sang et des chairs, auxquelles elle se communique, était due à la vapeur spermatique qui se volatilisait, se répandait dans l'éponge cellulaire du corps, et en pénétrait toutes les régions. Bordeu a bien traité ce sujet remarquable comme un des signes de la cachexie spermatique, dans son analyse médicinale du sang.

§. V.

Du serum du sang.

17. On nomme serum, eau du sang, et mal-à-propos lymphe, la liqueur qui se sépare du sang caillé lorsqu'on ne l'a point agité; c'est la partie la plus ténue et la plus légère du liquide contenu entre les mailles du caillot, et exprimé de ses aréoles par le rapprochement et l'attraction des molécules du cruor. Le serum est d'une couleur jaune verdâtre, d'une saveur salée et fade, d'une consistance assez visqueuse pour coller légèrement la peau, lorsqu'on la frotte entre les doigts. Sa proportion est très-variable et ne peut pas être fixée; cependant plusieurs physiologistes ont essayé de déterminer sa quantité; Hamberger vouloit qu'elle fît le tiers du poids du sang; Shwencke qu'elle en fît au contraire les deux tiers; Drelincourt et Boyle l'admettaient

pour la moitié ; Quesnay pour les trois quarts ; Vieussens donnait à la partie rouge 0.62, et au serum 0.38 ; Homberg indiquait cinq parties pour le serum et trois pour la matière rouge. Suivant Robinson il est beaucoup plus abondant chez les jeunes animaux ; le cruor ou la partie rouge solide augmente avec l'âge, et il vient un temps où la proportion du serum descend jusqu'au tiers de la substance rouge. On dit encore que le sang contient plus de serum après le repas, qu'à jeun il a beaucoup plus de matière solide. Lower et Haller attribuaient cet effet au chyle versé par la digestion. Muschenbroeck, Martyne, Shwencke, Jurin annoncent que la pesanteur spécifique du serum est celle de l'eau :: 1027 : 1000.

18. Le serum exposé au feu se coagule ou se durcit et devient opaque comme du blanc d'œuf. Cette propriété est un des caractères qui le distinguent éminemment ; on l'attribue à une matière particulière bien reconnaissable par là, et qu'on nomme albumine, parce que c'est elle qui existe dans le blanc d'œuf nommé albumen. Quand on le chauffe doucement dans son état de cuisson ou de coagulation, la substance coagulée et solide devient dure, cassante, demi-transparente comme de la corne. Traitée par le feu à la cornue elle donne de l'ammoniaque, du carbonate d'ammoniaque, de l'huile fétide, du gaz hidrogène sulfuré et un charbon dans lequel on trouve du muriate, du phosphate et du carbonate de soude ; aussi la liqueur séreuse du sang est-elle susceptible de verdir la couleur des violettes, et cela lui est encore commun avec le blanc d'œuf le plus frais. D'après ces expériences, quelque simples qu'elles soient, on regarde le serum du sang comme une combinaison d'une matière albumineuse avec la soude ; combinaison dans laquelle l'alcali uni à l'albumine conserve ses propriétés comme il le fait dans le savon.

19. Le serum du sang verdit le sirop de violettes et

brunit la teinture de curcuma; il manifeste constamment les propriétés alcalines; exposé au feu il se concrète à la température de 75 degrés du thermomètre centigrade. Ce phénomène, observé pour la première fois par Harvey, l'immortel auteur de la découverte de la circulation du sang, est un des plus importans que présente cette substance animale: tout le monde le connaît dans le blanc d'œuf; mais il diffère sensiblement dans le serum, parce que ce liquide, moins épais que le blanc d'œuf, ne prend ni la même solidité, ni le même blanc opaque dans sa concrétion. Quoiqu'il forme une masse, elle est toujours tremblante; on la trouve remplie de bulles et manifestement formée de deux substances différentes quand elle est refroidie après sa coagulation; sa couleur est d'un gris de perle; elle conserve une demi-transparence; on y remarque une portion plus molle, moins opaque, souvent interposée entre les molécules et dans le milieu de la masse grise plus opaque, quelquefois rassemblée à la surface, sur-tout quand elle a été coagulée lentement et par un feu ménagé. Lorsque cette portion ne se montre pas ainsi, ce qui a lieu dans le cas où le serum est trop liquide et trop aqueux, la partie qui ne se fige pas, évaporée et mise à refroidir, se prend en une véritable gelée. On nomme albumine, d'après son analogie avec le blanc d'œuf, la portion congelable par le feu, et devenant opaque et indissoluble; on appelle gélatine la matière plus transparente qui se fige sur-tout par le refroidissement qui est dissoluble dans l'eau. Les chimistes n'en avaient pas connu l'existence dans le serum du sang, je l'y ai découverte en 1790. On verra bientôt à quoi est due la coagulation de l'albumine séreuse; il est nécessaire de bien observer ici que sa concrétion par la chaleur la laisse toujours visqueuse, collante, tenace et non cassante, lisse et sèche dans sa cassure, comme on le voit dans le blanc d'œuf durci au feu.

20. Si on traite le serum du sang par la distillation au

bain-marie, il donne une très-grande quantité d'eau légèrement odorante, en tout semblable à celle qu'on obtient du sang, et putrescible comme elle. Le serum coagulé et desséché dans cette opération est cassant, dur, presque transparent et d'une couleur jaune, orangée ou brune : poussé au feu et distillé dans une cornue, il fournit de l'eau et de l'huile fétide, du carbonate d'ammoniaque concret et en partie dissous dans l'eau, un peu de prussiate et de zoonate d'ammoniaque, de gaz hidrogène carboné, sulfuré, et du gaz acide carbonique ; il reste un charbon très-volumineux, léger, difficile à incinérer, qui contient, avec le carbone, des muriates de soude et de potasse, du phosphate de chaux et du carbonate de soude. On n'y trouve point d'oxides métalliques. En chauffant lentement le serum coagulé dans une cornue, on en sépare quelquefois du soufre, comme le citoyen Deyeux en a obtenu du blanc d'œuf. Une lame d'argent qu'on y plonge, en le faisant coaguler au feu, se noircit.

21. Exposé à l'air le serum du sang en absorbe l'oxigène et y exhale du carbone, qui convertit une partie du gaz oxigène atmosphérique en gaz acide carbonique ; à mesure que ce liquide absorbe l'oxigène atmosphérique il devient plus concrescible, plus solidifiable par le feu ; il se trouble souvent et dépose des flocons déja concrétés spontanément. C'est ainsi que le blanc d'œuf gardé à l'air se cuit plus vîte que le frais, que le serum du sang des animaux qui respirent est plus concrescible que celui des animaux qui respirent peu : j'en ai conclu que la concrescibilité, la nature plastique de cette humeur provenaient de la fixation ou de la combinaison intime de l'oxigène. On en verra bientôt d'autres preuves. C'est à la propriété d'absorber l'air qu'est due celle de mousser par l'agitation dont jouit le serum. Une longue exposition à l'air favorise la décomposition spontanée de cette humeur, et accélère sa putréfaction ; elle exhale alors une odeur très-fétide, brunit, devient ammoniacale, et laisse à la fin une

espèce de résidu foncé long-temps fétide, précédé par un putrilage mou ou entièrement fondu qui exhale une grande puanteur. La septicité de cette liqueur va si rapidement, que Bucquet n'a pas pu déterminer si elle passait à l'état acide avant de prendre le caractère d'ammoniaque. On la garantit de la putréfaction par tous les moyens indiqués dans un des articles précédens.

22. Le serum du sang s'unit facilement à l'eau et dans toutes les proportions. L'eau âcrée le trouble légèrement et en concrète une petite portion. L'eau bouillie n'opère pas le même effet et reste transparente. Quand on dissout du serum dans dix ou douze parties d'eau, la liqueur qui en résulte imite le lait, suivant l'observation de Bucquet : elle est blanche et laiteuse ; elle se raréfie et monte sur le feu comme lui ; elle donne par l'évaporation des pellicules membraniformes ; elle est coagulable par les acides, etc. etc. Le serum consistant et visqueux a la propriété de solidifier deux ou trois parties d'eau ; car malgré cette addition il se concrète par la chaleur, et l'eau ne s'en sépare pas : ce qui est dû à l'adhérence qu'elle contracte avec lui. En délayant cette humeur avec cinq à six parties d'eau, et en la faisant chauffer jusqu'à l'ébullition de manière à concréter toute la partie albumineuse, le liquide qu'on en sépare, évaporé convenablement, donne ensuite par le refroidissement une gelée qui se fige. C'est ainsi que j'ai découvert la gélatine dans le serum du sang.

23. Les oxides métalliques ne s'unissent point au serum en général ; mais ceux qui laissent facilement dégager leur oxigène, et qui n'y adhèrent que faiblement, tels particulièrement que l'oxide de mercure rouge, triturés quelque temps avec le serum, repassent à l'état métallique ou s'en rapprochent plus ou moins. On voit en même temps l'albumine séreuse s'épaissir, devenir opaque et se coaguler plus ou moins fortement. Cette expérience, que j'ai décrite en 1790, prouve que l'oxigène favorise la concrétion de l'albumine, et que,

comme je l'ai déja annoncé plus haut, n°. 18, la propriété plastique est due à la fixation de ce principe : de sorte que l'albumine cuite est un véritable oxide. Quand les oxides métalliques sont très-oxigénés et très-peu adhérens à l'oxigène, ils portent leur action jusqu'à brûler et charbonner le serum. C'est par là qu'on explique l'effet cathérétique ou même caustique des poisons métalliques. Il faut cependant remarquer cet effet des oxides de mercure, de leur désoxidation par l'albumine séreuse à un terme, qu'elle ne s'étend que jusqu'au point de l'y faire passer à l'état d'oxide noir, et qu'ainsi l'on conçoit pourquoi du mercure coulant trituré avec le sérum s'éteint ou s'oxide au noir. On voit dans ces deux expériences comparées une nouvelle preuve de l'attraction différente des diverses portions de l'oxigène pour le même métal. La première portion est enlevée par le mercure à l'albumine, et la seconde par l'albumine à l'oxide de mercure.

24. Tous les acides coagulent le serum, en séparent l'albumine en flocons plus ou moins denses et d'un gris blanc d'autant plus solide que les acides sont plus concentrés. Tous, après avoir produit cette coagulation, restent dans la liqueur surnageante en partie saturés de soude qu'ils ont enlevée au serum ; quelques chimistes ont cru, d'après cet effet, que la soude était combinée avec l'albumine comme dans une sorte de savon, et que c'était elle qui la rendait dissoluble dans l'eau. Rouelle le jeune la regardait cependant comme presqu'entièrement à nu ; Bucquet soutenait au contraire qu'elle y était intimement combinée, et que les acides même n'enlevaient qu'une partie de la soude du serum ; il en citait pour preuve que le coagulum formé dans cette liqueur par des acides en grand excès, contenait encore du carbonate de soude après sa combustion et son incinération ; ce fait mérite cependant confirmation. On empêche la coagulation du serum par les acides en le mêlant, avant d'y ajouter

ceux-ci, une certaine quantité de dissolution d'un carbonate alcalin ; l'effervescence que l'acide ajouté produit enlevant le calorique pour fondre en gaz l'acide carbonique, ne permet plus que le mélange s'échauffe, et défend conséquemment l'albumine de la coagulation qu'elle éprouve sans cette addition.

25. Outre cet effet général des acides sur le serum, chacun d'eux en a de particuliers. Le sulfurique concentré le brunit et le charbonne ; celui qui est étendu d'eau le coagule seulement et le conserve. Le nitrique dégage de cette humeur coagulée par le feu, du gaz azote, du gaz acide carbonique, du gaz acide prussique, et en convertit le reste en acide oxalique et en graisse. L'acide muriatique fumant donne une couleur violette au serum ou le coagule ; par un long contact, il se sature d'ammoniaque en décomposant cette substance. Tous les autres acides précipitent, coagulent et conservent le serum ; l'ammoniaque dissout facilement le coagulum albumineux formé dans le serum par leur action.

26. Les bases terreuses et alcalines ont toutes des actions plus ou moins marquées sur le serum du sang. Les dissolutions de barite, de strontiane et de chaux précipitent cette liqueur ; le précipité est un véritable phosphate terreux. Les lessives d'alcalis fixes rendent le serum plus liquide ; elles dissolvent, à l'aide de la chaleur, son albumine coagulée. La potasse ou la soude caustiques et sèches, qu'on triture avec cette liqueur épaisse ou cuite, en dégagent tout-à-coup de l'ammoniaque, et dissolvent une partie du reste. En chauffant et calcinant ces alcalis avec du serum coagulé, la lessive qu'on fait du résidu de cette coagulation se trouve contenir de l'acide prussique et précipite en partie le fer en bleu. Quand on fait bouillir le serum avec une lessive alcaline très-étendue, et quand on filtre cette liqueur, les acides faibles qu'on y verse en dégagent une odeur très-sensible de gaz hidrogène sulfuré : c'est une des preuves qu'a employées

le citoyen Deyeux pour prouver dans le serum du sang la présence du soufre, qui s'y manifeste d'ailleurs par d'autres expériences déja indiquées.

27. Le serum s'unit à la plupart des dissolutions salines sans en éprouver d'autre altération que d'être conservé et défendu de la putréfaction. Il décompose cependant les sels calcaires en raison de la soude et du phosphate de soude qu'il contient ; le précipité qu'il y forme est composé de chaux et de phosphate de chaux. Les sels baritiques solubles n'y produisent aucun effet. Ceux de strontiane sont décomposés et leur base est précipitée par la soude. Il en est de même des sels d'alumine, de zircone et de glucine. La soude de cette liqueur sépare encore l'ammoniaque des sels ammoniacaux, et cet alcali volatil se porte sur l'albumine du serum qu'il dissout ou au moins qu'il rend plus fluide.

28. J'ai déja dit que les oxides métalliques épaississaient et coagulaient l'albumine, et il est évident qu'unis aux acides ils doivent produire encore plus fortement cet effet, puisqu'ils sont aidés par ces derniers, qui le produisent aussi de leur côté d'une manière très-marquée. Quand on verse une dissolution métallique dans le serum du sang, il y a tout-à-coup un précipité épais et coagulé, formé par l'oxide métallique et l'albumine. Mais outre cela les muriates, les phosphates et la soude qu'il contient, occasionnent un autre genre de décomposition dans les sels métalliques : de sorte que le précipité qu'ils y forment est ordinairement composé de quatre matières, l'oxide séparé par la soude, l'oxide uni à l'albumine, un muriate et un phosphate du même oxide. Tel est spécialement l'effet des dissolutions nitriques des métaux blancs, de mercure, de plomb, d'argent ; ce dernier y montre de plus le soufre par les stries noires qu'il y forme. Ces précipités, sur-tout celui de mercure, prennent une couleur rosée ou la nuance de chair. Le serum ainsi traité est devenu inaltérable et imputrescible Il y a quelques sels métalliques

susceptibles de s'unir au serum sans décomposition : tel est sur-tout le phosphate de fer avec excès d'oxide, qui le colore en rouge.

29. Quelques matières végétales agissent d'une manière particulière sur le serum. L'alcool le coagule et le précipite en petits flocons blanchâtres, qui se divisent facilement dans l'eau et y restent si bien suspendus qu'on pourrait le regarder comme dissous. Bucquet avait même annoncé que le coagulum formé par l'alcool était entièrement dissoluble dans l'eau et disparaissait quand on ajoutait une suffisante quantité de ce liquide. Les huiles fixes sont rendues miscibles à l'eau par le serum du sang. Les huiles volatiles, le camphre, les résines, les baumes et les gommes-résines, conservent ce liquide et empêchent sa décomposition putride. Le tannin est de tous les matériaux immédiats des végétaux celui qui a l'action la plus remarquable sur le serum du sang : il se précipite abondamment en une substance fauve, dorée, filante et poisseuse, indissoluble dans l'eau, qui se sèche et devient cassante à l'air, qui n'a plus aucune espèce d'altérabilité, et qui ressemble à du cuir trop tanné et devenu sec, dur et fragile par un tannage excessif. La gélatine et l'albumine sont également précipitables par le tannin, mais la première est plus facile à dessécher que la seconde ; et quoiqu'on n'ait point encore déterminé les caractères distinctifs de ces deux substances tannées, il n'est pas moins certain qu'elles présentent entre elles des différences qui pourront servir quelque jour à les distinguer l'une de l'autre, peut-être même à les séparer et à en estimer la proportion.

30. Tous les faits sur les propriétés du serum du sang prouvent que cette liqueur est une espèce de mucilage animal, composé d'albumine et de gélatine en proportion diverse, dissous dans une quantité d'eau variable, constamment associé à de la soude pure qui est unie à l'albumine presqu'en combinaison savonneuse : on y trouve de plus du muriate de

soude, du phosphate de soude, du phosphate ammonical et du phosphate de chaux. Ces derniers semblent n'être plus essentiels à sa combinaison : non seulement leur proportion varie ; mais ils peuvent exister ou ne pas exister, être dans le nombre indiqué, admettre l'absence de quelques-uns d'entre eux ou la présence simultanée d'un plus grand nombre. On pourra, par exemple, y trouver du muriate de potasse, du phosphate de magnésie ou ammoniaco-magnésien, etc., sans que pour cela la matière albumineuse, alcaline et gélatineuse du serum du sang, change et présente des propriétés étrangères à celles qui le caractérisent.

§. V.

Du caillot ou cruor.

31. Quand le sang, après plusieurs heures de coagulation, a rendu tout le serum qui peut s'en écouler et en être exprimé spontanément, la matière coagulée, demi-solide et resserrée sur elle-même, qui nage au milieu, est connue sous le nom de *caillot*, *placenta*, *insula*. Cette masse a été nommée *cruor* avant qu'on eût trouvé le moyen d'en séparer deux matières différentes qui la constituent.

Il paraît que c'est à sa quantité variable que sont dues ces différences de proportion entre le serum et le cruor admises par les divers auteurs. Wieussens l'estimait à 0.62 et ne donnait que 0.38 au serum ; Homberg, 5 parties à celui-ci et 3 au cruor ; Schwenck portait le serum aux $\frac{2}{5}$ et le cruor à $\frac{1}{5}$; Quesnay, le serum aux $\frac{3}{4}$ et le cruor à $\frac{1}{4}$; Senac, le serum aux $\frac{4}{5}$, le cruor à $\frac{1}{5}$; Schwenck n'en admettait que $\frac{1}{8}$: Boerhaave avait adopté cette dernière proportion. En général les physiologistes, au rapport de Haller, pensent que le cruor augmente avec l'âge ; que le serum domine dans les jeunes animaux ; que ceux qui sont vigoureux fournissent plus de

cruor ; que lorsqu'ils sont languissans ou mal nourris, cette matière y diminue. Il résulte néanmoins de cette comparaison d'opinions et de faits que le cruor ou la substance du caillot est en général moins abondante que celle du serum. Il faut encore observer que la proportion de cette partie solide ou cruorique du sang diminue d'autant plus qu'on attend davantage la séparation du serum, et qu'elle tend toujours, en se resserrant continuellement sur elle-même, à exprimer une proportion plus grande du liquide gélatino-albumineux.

Le sang se caille ou prend l'état concret dans des vaisseaux fermés comme dans des vaisseaux ouverts, à la chaleur comme au froid ; ce n'est donc ni l'air ni le refroidissement qui coagulent le sang, mais la privation du mouvement de la vie.

Ce caillot se forme plutôt ou plus tard ; il est d'une consistance variée, depuis la mollesse tremblante de la gelée de groseille jusqu'à la solidité d'une espèce de cuir. Dans la jeunesse et chez les femelles, il est plus mou ; dans la vieillesse sa ténacité est très-grande. Lorsque le sang se couvre d'une couenne dans quelques dispositions particulières des sujets ou dans les affections inflammatoires, on remarque que la partie caillée et rouge qu'elle recouvre est moins solide et moins abondante : ce qui prouve que la substance de la couenne est prise aux dépens de celle qui constitue la partie solide du caillot. Le sang reçu, au sortir des veines, dans une dissolution de sels, nitrate de potasse, sulfate de soude, etc., ne se coagule point.

Sa surface, qui touche l'air, est d'un rouge éclatant et pourpre, son intérieur est foncé et presque noir ; mais cette partie intérieure, mise à découvert et ouverte dans l'air, prend la teinte claire et brillante de la surface. Enfermé dans un vaisseau plein d'air atmosphérique, le caillot l'altère promptement en rougissant, et il en convertit l'oxigène en

acide carbonique. Le gaz hidrogène et le gaz acide carbonique lui donnent une teinte violette ; le premier de ces gaz devient carboné.

Le caillot s'altère promptement et prend une insupportable fétidité. Dans un lieu chaud, une étuve, un four, il se sèche sans se pourrir, et se convertit en une espèce de poussière. Jeté dans l'eau bouillante il prend plus de consistance qu'il n'en a naturellement ; sa couleur passe au brun homogène ; l'eau devient trouble et offre à sa surface une écume abondante : les acides l'épaississent et le durcissent en le brunissant. L'alcool chauffé sur le caillot prend une couleur citrine et condense son tissu. Les alcalis au contraire le ramollissent et le dissolvent ; ils changent moins sa couleur que les acides.

32. Le caillot étant placé dans un nouet de linge et lavé sous un filet d'eau jusqu'à ce que celle-ci cesse de se colorer, en comprimant légèrement le linge entre les doigts, se sépare en deux matières distinctes, absolument comme on a vu la pâte de farine de froment se séparer en deux matières par la même opération. On peut faire encore cette séparation dans la main en ne laissant couler qu'un très-petit filet d'eau, ou sur un tamis de crin très-serré, toujours avec la même précaution de n'employer que très-peu d'eau, et de la recevoir doucement à la surface du caillot. Ces deux matières sont, 1°. la partie colorante rouge qui se dissout dans l'eau et s'écoule dans le lavage ; 2°. une substance blanche solide, filamento-floconeuse, qui reste dans le nouet, dans la main, sur le tamis, et qui est beaucoup moins volumineuse, beaucoup plus dense en même temps que le caillot. Il y a cette différence bien sensible entre le produit de cette opération et celui du lavage de la pâte de farine, que le froment donne de l'amidon en poussière qui trouble l'eau et la rend laiteuse ; tandis que le caillot ne rend pas l'eau opaque et n'en laisse pas précipiter de fécule, mais permet à

la couleur rouge de se dissoudre dans ce liquide, qui sort transparent. En poursuivant cette comparaison, on voit encore que la substance blanche concrète, obtenue comme résidu de ce lavage, répond à la partie gélatineuse du froment, et que la liqueur colorée du cruor lavé représente tout à la fois et la fécule amilacée et la matière mucoso-sucrée de la farine.

§. VI.

De la partie colorante.

33. L'eau qui sert à laver le caillot du sang lui enlève toute sa couleur et se teint d'un rouge pourpre plus ou moins brillant. C'est ce qu'on nomme la partie colorante du sang. Elle paraît n'être autre chose qu'une dissolution étendue d'albumine et de gélatine, auxquelles un peu de fer, à la dose de quelques millièmes, est ajouté. C'est ainsi que Bucquet l'a fait connaître en le comparant au serum, dont il ne lui paraissait différer que par le métal indiqué. Cette définition ne pourrait faire concevoir l'adhérence de ce serum ferrugineux au caillot, et la séparation du serum blanc qui s'y opère, que comme la simple expression de la partie la plus ténue et la plus fluide de ce liquide, et comme l'attraction plus intime de la portion condensée par l'oxide de fer à la base concrète et fibreuse du caillot. Mais une pareille notion générale ou superficielle ne suffit pas; il faut étudier avec plus de soin les propriétés de la liqueur colorée sanguine, et chercher celles qui la caractérisent en particulier.

34. La lessive aqueuse du caillot, transparente au moment où elle vient d'être obtenue, se trouble, et dépose des flocons membraneux au bout de quelque temps; elle verdit le sirop de violette. Chauffée même au bain-marie, elle forme un caillé brun qui nage dans une eau trouble. Ce coagulum

séparé de la portion liquide par la filtration, pressé et séché, devient cassant, pulvérulent, insipide et inodore. On le voit dans ce qu'on nomme l'*écume du pot*, lors de la décoction de toute chair dans l'eau. L'alcool ne lui enlève que peu de matière et se colore en rouge. Les acides le noircissent et l'altèrent ; ils le forment aussi et le séparent de l'eau en le coagulant. Les alcalis purs le dissolvent, et il en est précipité par les acides. Le coagulum coloré donne à la distillation les mêmes produits que celui du serum blanc, et il présente tant de propriétés analogues qu'il est imposible de ne pas le confondre avec l'albumine de ce premier liquide. Une différence se présente cependant entre eux lorsqu'on compare leur charbon, puisque celui du serum rouge contient du fer, comme on va le dire.

35. En séparant par le feu l'albumine ferrugineuse de la grande quantité d'eau dans laquelle elle est dissoute, quelque température que l'on emploie, et quelque temps que l'on donne à cette séparation, on ne peut jamais l'obtenir entière : comme la partie qui se coagule fixe en elle un cinquième environ d'eau où elle était dissoute, la liqueur qui surnage retient de son côté une portion de l'albumine, et il s'établit un équilibre de combinaison, un partage mutuel entre ces deux corps. Aussi en faisant évaporer la liqueur non épaissie, après l'avoir séparée par le filtre de la matière solide et coagulée qu'elle contenait, elle présente à sa surface, et jusqu'à la fin de l'évaporation, une pellicule brune, qui se rompt et se précipite en flocons colorés. Quand elle est en bouillie claire, l'alcool qu'on fait bouillir dessus en dissout une partie, prend une couleur brune foncée, et laisse par l'évaporation un résidu de matière animale, dissoluble dans l'eau, moussant par l'agitation comme une dissolution de savon, verdissant fortement la couleur des violettes, et précipitant par les acides. Ces dernières propriétés annoncent que l'albumine unie à la soude imite en effet une combinaison savonneuse.

36. Lorsque Menghini a découvert la présence du fer dans le sang ; lorsque Rouelle l'a constatée par de nouvelles expériences, ni l'un ni l'autre de ces chimistes n'avait déterminé dans quel état ce métal y était contenu. Les citoyens Deyeux et Parmentier ont cru qu'il y était uni à la soude, et à peu près dans un état voisin de la teinture alcaline ferrugineuse. Voici comment nous avons trouvé, le citoyen Vauquelin et moi, que le fer y était uni à l'acide phosphorique, comme le citoyen Sage l'avait énoncé il y a déja long-temps, mais sans le prouver, et comme M. Gren, professeur de Hall, l'avait dit plus positivement, quoiqu'il n'ait pas indiqué par quel moyen on pouvait s'en convaincre. En brûlant dans un creuset la partie rouge du lavage du sang coagulé, on obtient un résidu ferrugineux rouge foncé, qui forme 0.0045 du sang employé, mais qui, dissous dans l'acide muriatique, ne va qu'entre 0.0017 et 0.0006 lorsqu'on le sépare de ce qui lui est étranger, ou des matières salines qui ne contiennent pas de fer, par les procédés suivans. On le fait digérer dans de l'acide nitrique très-faible, qui en dissout une partie, et qui en laisse une autre plus rouge qu'auparavant. L'ammoniaque versée dans cette dissolution donne un précipité blanc qui, traité encore humide par la potasse caustique, perd une partie de son poids et se colore en rouge très-foncé. L'eau de chaux, versée dans cette lessive de potasse, y forme un précipité blanc de phosphate de chaux. On peut se servir d'acide muriatique pour dissoudre le phosphate de fer, résidu de la combustion du serum rouge coagulé.

37. Pour mieux concevoir la nature et l'état de ce phosphate de fer, pour entendre comment il peut être dissous dans le sang avec la soude, il faut savoir qu'il y a deux phosphates de ce métal : l'un blanc, gris, souvent d'un brillant de perle, indissoluble dans l'eau, soluble dans les acides ; l'autre rouge, plus ou moins brun, moins dissoluble

dans les acides : celui-ci est du phosphate avec excès d'oxide de fer, et l'autre est saturé de son acide. Le phosphate blanc de fer n'est décomposé que partiellement par les alcalis caustiques, qui lui enlèvent seulement une partie de son acide, et laissent le sel avec excès de cette base. C'est en cet état de phosphate sursaturé de fer, état entretenu par la présence de la soude, que ce métal est dissous dans le sang, et en particulier dans son serum. Le sang de tous les animaux, quand il est rouge, est coloré par le phosphate de fer.

38. Nous avons trouvé, dans nos expériences relatives à la coloration du sang, que le phosphate de fer suroxigéné est avec excès de sa base, que ce phosphate se dissolvait très-bien et par la plus légère agitation ou le broiement, dans le blanc d'œuf cru et dans le serum du sang : il n'est même pas nécessaire d'employer l'aide de la chaleur pour opérer cette dissolution, puisqu'elle a lieu à froid par le seul mouvement, en offrant sur-le-champ une couleur rouge très-forte, qui imite celle du sang. Un peu d'alcali fixe pur accélère cette dissolution et la rend plus complète et plus vive dans sa couleur. Ainsi le phosphate de fer dont la quantité, quoique très-petite, suffit pour colorer le sang en rouge, y est dans l'état de suroxidation et d'excès de métal ; il y est dissous dans l'albumine et avivé par la soude qui s'y trouve. Peut-être le phosphate de soude existant dans le serum n'a-t-il d'autre origine que la demi-décomposition du phosphate de fer par la soude.

39. Parmi les propriétés qui distinguent le serum rouge ou la partie colorante du sang, il faut sur-tout compter son changement de couleur par le contact de l'air ; l'éclat qu'il prend par le gaz oxigène ou par l'eau aérée dont on se sert pour laver le caillot ; le brun violet qu'il contracte par le gaz acide carbonique, et sur-tout par le gaz hidrogène carboné ; l'influence qu'il a sur l'altération de l'air, la for-

mation d'acide carbonique qu'il provoque, et l'absorption d'oxigène qu'il produit. Si ces phénomènes sont plus énergiques et plus prompts dans le serum rouge que dans le blanc, et si la différence qui existe entre ces deux espèces de serum tient uniquement à la présence du phosphate suroxigéné de fer que contient le premier, il est évident que c'est au sel métallique que sont dus et la coloration du sang et l'éclat que prend cette couleur par le contact de l'atmosphère, et les changemens que ce serum rouge fait naître en même temps dans l'air où il est plongé.

40. Le citoyen Deyeux croit que la partie colorante du sang contient, outre l'albumine, la gélatine, le phosphate de fer, et les sels que l'analyse y a montrés, une substance particulière, à laquelle il attribue plusieurs de ses caractères, et notamment la concrétion homogène du sang entier dans la préparation du boudin : c'est pour cela qu'il nomme cette substance *matière tomelleuse*. C'est depuis son travail sur le sang qu'il paraît avoir porté son attention sur cette matière, puisqu'il n'en avait absolument rien dit dans le Journal de physique où sa première analyse est consignée. Il a distingué la tomelline, car il est utile de donner à son nom une terminaison égale à celle de plusieurs autres substances animales, avec lesquelles elle paraît avoir de grands rapports par sa forme, sa consistance, ainsi que par plusieurs propriétés qui lui ont semblé différentes de ce qu'on connaît dans l'albumine, la gélatine et la fibrine. Mais il n'a donné encore lui-même les premières notions sur cette matière particulière, que comme de simples aperçus qui méritent d'être vérifiés et poursuivis, pour recevoir de l'expérience la confirmation qui seule peut assurer l'existence de ce corps nouveau.

41. Je n'oublierai pas parmi les propriétés de la matière colorante ou du serum rouge du sang, celle de dissoudre le cuivre, qu'il a présentée au citoyen Vauquelin avec une

énergie assez remarquable pour lui avoir fait croire d'abord que le sang contenait parmi ses principes ce métal vénéneux. Voici comment cette découverte s'est offerte à lui. Ayant fait bouillir l'eau du lavage du sang dans une chaudière de cuivre rouge très-propre, pour en coaguler l'albumine, et ayant filtré la liqueur pour recueillir à part la matière coagulée, dans l'intention d'examiner soigneusement sa partie colorante, il brûla cette substance concrète dans un creuset de terre, et il dissolvit son résidu ferrugineux dans l'acide muriatique. En voulant précipiter la dissolution par l'ammoniaque, il fut fort surpris de voir prendre à la liqueur qui contenait un excès de cet alcali une couleur d'un beau bleu. La liqueur fut saturée et décolorée par l'acide muriatique, et une lame de fer qui y fut plongée se couvrit d'un enduit brillant de cuivre, dont la quantité fut assez considérable après deux jours pour pouvoir être séparée et détachée du fer. L'eau d'où l'albumine colorée avait été séparée par la coagulation ne contenait pas de cuivre ; le citoyen Vauquelin en a conclu que c'était à l'albumine qu'était due la dissolution du cuivre ; qu'elle était opérée au moment de la séparation de l'albumine par la chaleur ; que le cuivre s'unissait et se précipitait avec la matière albumineuse concrète. En effet cette partie du sang plus oxigénée exerce une attraction très-marquée sur les oxides métalliques, s'y unit avec assez de force, et les sépare, comme on l'a vu, d'avec les acides. Il est important, d'après ce fait, de ne pas cuire le sang préparé pour les alimens dans des vaisseaux de cuivre. On doit observer encore qu'en précipitant une lessive alcaline du sang par les acides, on obtient du prussiate de cuivre plus même que du prussite de fer. On reconnaît le premier à sa couleur rouge pourpre quand il est humide, et rouge foncée quand il est sec.

42. Le serum rouge du sang, ou la partie colorante de ce liquide obtenue par le lavage du caillot, après la sé-

paration du serum ou de la partie séreuse blanche, est donc composé de beaucoup d'eau, de matière albumineuse et gélatineuse, de phosphate de fer suroxidé, de soude et de quelques substances salines. Les dernières, et en particulier les phosphates et les muriates, y sont beaucoup moins abondans dans leur proportion avec l'albumine que dans le serum proprement dit, parce que celui-ci qui s'est écoulé spontanément du caillot, et qui en était la partie la plus fluide, a dû entraîner avec lui tout ce qui était contenu de plus soluble; et les sels tiennent le premier rang dans cet ordre. On sent bien qu'il n'est pas question ici de la proportion des matériaux du serum rouge avec l'eau qui les dissout, comme on peut la considérer dans le serum blanc, puisque la quantité d'eau ajoutée dépend entièrement de la volonté de celui qui opère et du procédé qu'il emploie. Le phosphate suroxigéné de fer, ou le phosphate de fer rouge qui colore ce serum enlevé au caillot, y est dissous par l'albumine, et se précipite avec elle quand le feu la coagule et la sépare de l'eau; il reste même à cette albumine une partie de son activité dissolvante, puisqu'outre le sel ferrugineux qu'elle contient naturellement, elle réagit si promptement et si fortement sur le cuivre et sans doute sur d'autres métaux. On conçoit la présence simultanée du phosphate de fer et de la soude dans le sang, lorsqu'on sait que l'alcali fixe ne décompose qu'en partie ce sel métallique, ne le porte, comme le prussiate de fer, qu'à l'état de phosphate avec excès de fer ou phosphate rouge, et puisqu'il est en cet état dans le sang. On le connaît encore mieux lorsqu'on se rappelle que le fer qui s'oxide dans une dissolution de phosphate de soude décompose une partie de ce sel, et passe à l'état de phosphate suroxigéné de fer. Peut-être est-ce ainsi que se forme dans le sang ce sel ferrugineux, et que s'opère la séparation de la soude.

§. VII.

De la partie fibreuse du sang, ou de la fibrine.

43. Quand on a bien lavé le caillot placé dans le nouet de linge, il reste une matière blanche en filamens durs, entrelacés les uns dans les autres et comme feutrés, qu'on a nommée *matière fibreuse*, et qui est appelée *fibrine* dans la nomenclature méthodique. Cette même substance se sépare du sang quand on l'agite dans les boucheries, et s'attache aux baguettes avec lesquelles on le bat, sous la forme de petits faisceaux solides, tortillés comme des fils mêlés, d'une couleur rosée, qui deviennent blancs par le lavage. On la trouve constamment encore flottante en petits flocons ou en fibres blanchâtres, dans l'eau où l'on reçoit le sang des saignées du pied : quelquefois il sort de pareils filets avec le sang des saignées du bras, et il n'y a pas lieu de douter que c'est à ces filets que doivent être rapportés les prétendus vers qu'on a dit avoir vus sortir des veines ouvertes.

44. La fibrine bien préparée, égouttée sur des papiers non collés, se sèche dans une étuve, et perd par là les deux cinquièmes ou entre les 0.39 à 0.40 de son poids. Elle devient alors dure et presque cassante. La quantité moyenne de cette matière prise sur six sangs d'hommes différens, s'est élevée dans nos expériences à 0.0028; sur un plus grand nombre de sangs comparés, le *minimum* de sa proportion est de 0.0015, et le *maximum* de 0.0043. La fibrine est sans saveur, et d'une consistance, d'une ténacité telles dans son tissu que les animaux ont beaucoup de peine à la mâcher crue. Quand on l'expose à un feu violent et tout-à-coup, elle se retire et se meut comme le fait le parchemin. Distillée à feu nu et dans une cornue, elle donne de l'eau chargée de carbonate d'ammoniaque, une huile épaisse, lourde, très-

fétide, et beaucoup de carbonate ammoniacal concret. Il s'en dégage aussi du gaz hidrogène carboné et du gaz acide carbonique : c'est une des substances animales qui fournit le plus d'huile et d'ammoniaque ; aussi l'ai-je indiquée comme matière spécialement azotée. Le charbon qu'elle laisse après sa distillation est compact, lourd, assez difficile à incinérer. On n'y trouve que du phosphate de chaux pour cendre ; on l'extrait, on le reconnaît en le dissolvant dans l'acide nitrique et en le précipitant par l'ammoniaque. Il ne contient ni phosphate dissoluble, ni fer.

45. La fibrine se pourrit promptement et fortement dans l'eau ; elle exhale une odeur très-fétide et se convertit en matière grasse adipocireuse ; il s'en dégage aussi beaucoup de carbonate d'ammoniaque pendant sa putrescence. Elle n'est pas dissoluble dans l'eau, et lorsqu'on la laisse long-temps dans ce liquide bouillant, elle se racornit et se durcit en prenant une couleur grise. Les alcalis étendus d'eau n'ont que très-peu d'action sur elle ; l'ammoniaque ne la dissout pas davantage. Les lessives d'alcalis fixes caustiques, barite, potasse, soude et strontiane, fort concentrées, l'attaquent cependant à l'aide de la chaleur ; elles la colorent en rouge brun, en dégagent de l'ammoniaque, la ramollissent, finissent par la fondre entièrement. Il en résulte une espèce de savon amer, fluide ou visqueux, que les acides et les sels métalliques décomposent.

46. Les acides ont une action beaucoup plus sensible sur la fibrine. Les plus faibles même la dissolvent. L'acide nitrique affaibli en dégage à froid beaucoup de gaz azote, ensuite, à l'aide de la chaleur du gaz acide prussique, du gaz acide carbonique mêlés de gaz nitreux : il se forme alors des flocons graisseux jaunâtres ; et la liqueur tient en dissolution de l'acide oxalique. L'acide sulfurique concentré la charbonne en la convertissant en partie en eau et en acide. Le muriatique la dissout et lui donne la forme d'une gelée verte. L'acide acéteux la dissout aussi, comme les acides

citrique, tartareux et oxalique, à l'aide d'une douce chaleur. Toutes ces dissolutions acides prennent, lorsqu'elles sont concentrées par l'évaporation, bien saturées d'ailleurs, et en refroidissant, la forme gélatineuse; elles ressemblent alors à une véritable gelée. Les alcalis précipitent la fibrine de ces dissolutions acides en flocons altérés à la vérité et qui sont devenus dissolubles dans l'eau chaude; il semblerait qu'elle a pris le caractère d'un tissu gélatineux, et qu'elle a retrogradé en quelque manière dans sa composition.

47. Il faut ajouter à ces propriétés déja bien susceptibles de caractériser la fibrine et de la distinguer des autres substances animales, qu'elle donne parmi les produits de sa distillation une quantité notable de l'acide zoonique découvert par le citoyen Berthollet, et qu'ainsi elle montre, dans toutes les expériences auxquelles on la soumet, une matière très-animalisée, très-azotée sur-tout, qui représente presque le dernier terme de l'animalisation ou de la composition animale. C'est peut-être à une altération de cette substance analogue à ce qui lui arrive dans sa conversion en acide zoonique, qu'est due l'acidification observée par le citoyen Chaussier, qui assure avoir tiré du caillot traité par l'alcool un acide particulier.

48. Malgré la petite quantité de fibrine contenue dans le sang, on verra par la suite qu'elle joue un rôle bien important dans l'organisation animale et dans la vie des animaux, puisqu'elle se dépose dans leurs muscles, dont elle constitue le tissu particulier, puisqu'elle devient le siége d'une des puissances vitales les plus importantes et les plus incompréhensibles, celle de l'irritabilité, et conséquemment le principe du mouvement qui préside à toutes les autres fonctions, depuis celui du cœur où réside l'entretien de la vie, jusqu'à celui de la moindre fibre musculaire.

§. VIII.

Des principales différences du sang.

49. Il ne suffit pas d'avoir examiné le sang entier et ses divers élémens ou matériaux immédiats dans les circonstances les plus générales, d'en avoir déterminé les propriétés en quelque sorte moyennes ou communes. La chimie peut aller beaucoup plus loin encore ; elle doit embrasser un ensemble bien plus grand, s'appliquer à des détails bien plus étendus. C'est à elle à faire apprécier les différences que ce liquide vital présente, suivant les lieux qu'il occupe dans le corps, suivant les âges et le sexe qui le modifient, suivant les divers ordres d'animaux auxquels il appartient. Quoique le travail d'analyse que ces données exigent pour être remplies soit encore peu avancé, déja cependant les connaissances chimiques ont répandu quelque jour sur ces considérations, et il est important de réunir ici ces lumières comme dans un foyer, pour éclairer au moins l'entrée de l'immense carrière que la médecine attend à cet égard de la physique, qui doit la précéder de son flambeau dans cette route si peu fréquentée encore.

50. Les anciens avaient quelques notions sur la différence du sang contenu dans les deux ordres de vaisseaux artériels et veineux : en admettant dans les premiers un esprit ou un air élastique, ils semblaient avoir considéré le sang raréfié, aérien, écumeux qui les parcourt. On ne doute plus, depuis Harvey, que le sang des artères ne soit plus rouge, plus chaud, plus rare et plus irritant que celui des veines, et la chimie pneumatique a fait voir qu'en effet le liquide artériel devait ces propriétés au gaz oxigène qu'il absorbe dans le poumon, et à la perte qu'il y a faite d'une portion de son hidrogène et de son carbone. A mesure qu'il circule, il perd, et sa chaleur

et son oxigène, et ses proportions; de sorte que devenu d'un rouge brun, moins chaud, moins concrescible, plus hidrogéné et plus carboné dans les veines, il est disposé à s'oxigéner, s'échauffer, se déshidrogéner et se décarboner dans les vésicules pulmonaires : et l'on verra que la respiration a ces effets simultanés pour terme et pour fonction.

51. A cette première différence du sang dans le système des artères et dans celui des veines, il faut joindre celle qu'il acquiert dans les diverses régions qu'il parcourt. On l'a cru plus léger, plus aérien, plus spiritueux dans les vaisseaux de la tête, et disposé par là à former le fluide nerveux ou l'esprit vital, qui n'est encore à la vérité qu'une hypothèse. On sait qu'il est gras et huileux ou au moins très-disposé à le devenir dans le bas-ventre, et spécialement dans le système de la veine-porte; qu'il subit aussi un changement encore inapprécié dans la rate; qu'il est très-atténué, rempli d'activité et de vie dans le système spermatique. Nul doute encore qu'il n'ait un caractère très-particulier dans le voisinage des reins, et sur-tout au sortir de cet organe urinaire et dans les veines émulgentes; mais on ignore en quoi consiste ce caractère. Il n'est pas moins évident que près du cœur, et avant d'y entrer pour être envoyé dans l'appareil aérifère du poumon, le chyle qu'il reçoit le modifie et le renouvelle en lui fournissant une source pure de réparation continuelle. On ne peut méconnaître la disposition particulière à se solidifier et à se convertir en tissu fibreux qu'il affecte par le ralentissement dans les artères, presque toujours rétrogrades, qui le portent dans la chair musculaire.

52. La seule inspection suffit pour faire voir que le sang varie suivant l'âge et le sexe. Celui du fœtus diffère essentiellement de ce qu'il sera dans l'enfant après sa respiration commencée, puisque l'air ne l'a point encore frappé ni imprégné. Déja les premiers essais que j'ai pu faire sur cet objet m'ont appris que le sang du fœtus humain qui n'a pas respiré ne

contenait, au lieu de matière fibreuse, qu'un tissu mollasse, sans consistance et comme gélatineux ; qu'il n'était pas susceptible de devenir rutilant par le contact de l'air comme celui de l'adulte, et qu'il n'offrait pas de sels phosphoriques.

Quelque temps après la naissance, le sang prend une couleur éclatante, une concrescibilité plus forte, et il s'enrichit de phosphates, sur-tout de celui de chaux, qui, fourni assez abondamment par le lait de sa mère, porte promptement la matière solide à ses os.

A l'âge de la puberté, le sang est plus chaud, plus coloré, plus irritant, plus odorant, et se vivifie de l'émanation spermatique qui domine ; mu avec force dans ses couloirs, il tend à s'en échapper : et c'est l'époque de la turgescence et des hémorrhagies.

Le sujet devenu adulte et dans la force permanente qui succède à la jeunesse, a plus de consistance et plus de matière fibreuse dans son sang.

Dans la vieillesse, il perd de son énergie, de sa chaleur, de sa propriété plastique ; mais il devient plus disposé à s'arrêter, à former des concrétions de plusieurs genres.

La femme conserve long-temps dans son sang le caractère de celui de la jeunesse : on a cru que le sang utérin et menstruel avait quelques qualités particulières, une odeur, une vapeur distinctes qui agissaient à distance sur les fleurs et les fruits, les liqueurs en fermentation, les matières colorantes, etc. En séparant ce que cette opinion a eu d'erroné et d'exagéré, elle présente à l'observateur impartial quelque chose de vrai qu'il faut approfondir par des expériences exactes, au lieu de nier ce qu'on n'a point encore conçu.

53. Les différens ordres d'animaux ont certainement dans leur sang des différences dues à celles de leur nourriture, de leurs organes digestifs, respiratoires, etc. A peine a-t-on commencé le travail chimique qui doit faire connaître ces différences : il n'y a que très-peu d'observations générales sur

quelques-unes des propriétés du sang, comparé dans les divers ordres d'animaux.

A. Celui des mammifères se rapproche beaucoup du sang de l'homme : comme ce dernier, il contient un serum blanc, un serum coloré par du phosphate suroxidé de fer, de la fibrine, des muriates de soude et de potasse, des phosphates de soude et de chaux, et de la soude, dont les proportions varient dans chacun des animaux en particulier, comme Rouelle le jeune l'a fait voir en donnant un tableau des quantités de sels qu'il avait retirées des sangs de cheval, de bœuf, d'âne, de veau, de mouton, de chèvre et de cochon. Ce chimiste était fort étonné que les animaux qui mangent des alimens végétaux, et conséquemment de la potasse, lui aient présenté constamment de la soude libre dans leur sang ; cependant il est facile de concevoir que la potasse doit décomposer le muriate de soude. Il n'y a pas trouvé de phosphates; c'est à mes analyses faites depuis 1780 qu'on en doit la connaissance.

B. Le sang des oiseaux est en général plus rouge et plus chaud que celui des mammifères ; il se fige ou se coagule très-promptement ; son coagulum est gélatineux; il ne s'en sépare de serum que difficilement. Sa couleur n'est jamais aussi brune et aussi foncée que celle du sang de l'homme et des mammifères. On n'en a point fait une analyse comparative; on ne connaît ni le rapport de ses parties ni la nature des sels qui y sont contenus.

C. Le sang des amphibies et des poissons est aussi peu connu que celui des oiseaux ; aucun chimiste n'en a fait encore l'examen : on sait seulement qu'il est froid ou très-peu supérieur à la température de l'air ou de l'eau qu'habitent ces animaux, qu'il est peu concrescible, et qu'il paraît extrêmement disposé à devenir huileux.

D. Quant aux mollusques, aux insectes et aux vers, on a cru qu'ils avaient un sang blanc ou peu coloré, et on n'a fait aucune expérience pour connaître les propriétés caractéris-

tiques de ce liquide. Cependant il existe dans plusieurs de ces animaux un sang rouge, analogue par son apparence à celui des précédens. Il est inutile de faire observer qu'une analyse exacte et comparée à celle des sangs déja connus pourra répandre beaucoup de jour sur les fonctions de ces êtres.

§. IX.

Des altérations dont le sang est susceptible.

54. Un des plus importans résultats que la physique médicale attend des travaux de la chimie sur le sang, consiste à en apprécier les changemens et les altérations dans les diverses affections morbifiques; et cependant ces travaux ne sont presque pas ébauchés encore. A peine les citoyens Deyeux et Parmentier ont-ils commencé à examiner le sang dans quelques maladies. Ils ont trouvé en général que l'albumine était l'élément le plus altéré dans ce liquide: ils ont fait quelques essais sur le sang de sujets attaqués de maladies inflammatoires, de vice scorbutique et de fièvre putride.

55. Le sang nommé *inflammatoire*, pris chez des pleurétiques, leur a présenté une couenne qui en recouvrait la surface, un caillot mou, une coagulation comme partielle, filamenteuse, et interrompue dans l'albumine chauffée, l'impossibilité de la faire coaguler dans l'eau bouillante, et sa propriété de lui donner une couleur laiteuse. La couenne leur a paru être formée par la fibrine altérée, ramollie, fondue en une espèce de gélatine, dissoluble dans les acides; aussi le sang où elle se forme présente-t-il un caillot très-mou, qui ne donne presque pas de fibrine quand on le lave, ou qui se dissout presque dans l'eau. On voit que le caractère inflammatoire du sang consiste dans une fonte, une liquéfaction de la partie fibreuse et de la matière albumineuse, au lieu de l'épaississement et de la coagulation qu'on y avait admis, et que les

substances qui, dans l'état sain, tendent à la concrescibilité et à la séparation, ont perdu cette propriété. Je ne regarde cependant pas comme prouvé que la couenne provient de la fibrine; il me paraît plus naturel de la regarder comme de l'albumine suroxigénée, qui entraîne avec elle une portion de fibrine à cause de sa force concrescible; tandis que dans l'état naturel c'est la fibrine qui retient une portion de l'albumine.

56. Le sang de trois scorbutiques, tiré à cause de la douleur et de la pléthore qui existaient chez ces malades de vingt-neuf à quarante-sept ans, a montré aux citoyens Deyeux et Parmentier des phénomènes différens de ceux qu'on avait annoncés dans ce liquide. Il n'y avait ni fluidité plus grande que dans l'état ordinaire, ni absence de coagulation; il est devenu concret; l'albumine en était moins concrescible par la chaleur. Le caillot lavé par l'eau a donné de la fibrine en filamens élastiques; sur l'un d'eux il s'est formé une couenne moins épaisse seulement que dans le sang inflammatoire, et qui est devenue friable par la dessiccation; l'eau du lavage du caillot ou la partie colorante a fourni des membranes qui y flottaient. Ce sang n'avait pas son odeur accoutumée: le serum blanc s'en est séparé à la manière accoutumée, et n'était pas plus abondant que dans les circonstances ordinaires. Au reste, les chimistes dont je parle croient qu'on ne peut tirer que des inductions erronées de la quantité de serum séparé du caillot du sang. Ce n'est pas, suivant eux, à sa fonte et à sa plus grande fluidité qu'est due sa sortie spontanée dans les hémorrhagies si fréquentes chez les scorbutiques, mais bien à la faiblesse et au relâchement des vaisseaux qui le contiennent. Il y a lieu de croire qu'un défaut d'oxigénation est le principal caractère du sang des scorbutiques, que c'est pour cela que ce liquide forme les taches violettes sur la peau, et que le scorbut de mer commence par un fort embonpoint.

57. Le sang pris dans le produit des saignées du bras faites aux premiers jours de l'invasion des fièvres putrides, et dans

des sujets chez lesquels les symptômes annonçaient manifestement cette maladie, leur a offert tantôt une couenne, tantôt point de couenne; le serum leur a paru le plus souvent difficile à se séparer et fort adhérent au caillot. Ils y ont d'ailleurs trouvé ou des analogies très-marquées avec celui des fièvres inflammatoires, ou rien de particulier; ils y ont en vain cherché les signes de putridité dont tant d'auteurs l'ont dit atteint dans ce genre d'affections, et à laquelle ils en ont attribué la cause. Distillé au bain-marie, ce sang ne leur a point donné d'ammoniaque, comme on aurait pu le penser: exposé à une température douce, il ne s'est pas putréfié plus vîte que du sang d'homme sain. Il n'y existe donc point, suivant eux, de principe particulier de putridité, qu'on a dit si souvent le caractériser dans les maladies de ce genre. C'est seulement dans les liqueurs excrémentitielles que cette tendance à la septicité, et même une putréfaction commençante se montrent dans les fièvres putrides: le sang ne participe point à cette propriété.

58. Les chimistes dont je viens d'exposer les travaux se sont bornés à ces seules recherches, parce que la société de médecine, à laquelle ils ont adressé leur mémoire, n'avait parlé que de ces affections dans le programme du prix qui leur a été décerné. Mais combien d'autres questions importantes ne reste-t-il point à traiter! combien de problèmes utiles à résoudre dans ce genre d'expériences! Le sang a un caractère bien remarquable dans ces maladies purulentes, dans ces grandes suppurations internes, où il semble se convertir si facilement et si promptement en pus. Il en présente un autre également important à déterminer dans la chlorose ou les pâles couleurs des filles, dont les artères et les veines sont remplies d'une liqueur à peine sanguine, d'un rose clair, et quelquefois blanche. Chez les hydropiques, on l'a déja vu sec, collant, visqueux et brun; on ne peut douter qu'il ait contracté une sorte de décomposition qui se montre spécialement

par la séparation du serum ; car l'eau des hydropiques a la plus grande analogie avec cette humeur. Les affections, où la bile surabondante refoulée dans ses canaux semble se répandre dans le système sanguin, comme les médecins l'ont depuis long-temps observé, offrent aux chimistes l'occasion utile de vérifier si leurs moyens conduiront à montrer la présence de la bile dans le sang. Il faut en dire autant du *melœna* ou de la maladie noire, des cachexies graisseuse, laiteuse, et d'une foule d'autres affections où le sang prend un caractère particulier que les observateurs praticiens connaissent, et qui attend de la chimie une détermination plus exacte, une connaissance plus positive que celles que la seule inspection a pu fournir jusqu'ici.

ARTICLE III.

De la lymphe.

1. La lymphe est un liquide blanc transparent, contenu et circulant dans un ordre de vaisseaux très-bien connus aujourd'hui, dont les extrémités, ouvertes dans toutes les cavités, pompent ou absorbent la liqueur versée par les dernières ramifications artérielles, et dont les troncs se réunissent avec le réservoir de Pecquet et le canal torachique ; de sorte que la lymphe paraît être prise à la fin des artères, et reportée dans les veines. Cette humeur est une des plus abondantes du corps, puisque les canaux qui la contiennent et qui la transportent sont extrêmement nombreux. Divisés en deux couches générales, l'une superficielle et l'autre profonde, ils existent dans tous les points de l'économie animale ; ils parcourent toutes les régions ; ils serpentent à la surface et entre les fibres

des muscles ; ils recouvrent et garnissent comme une enveloppe tous les viscères. Ils annoncent donc une importante fonction ; et le liquide qui en distend les cavités coniques séparées et resserrées d'espace en espace par des valvules, doit servir à des usages nombreux autant que nécessaires à l'entretien de la vie.

2. Malgré tout l'intérêt que doit faire naître la connaissance de la lymphe pour la physique animale, cette connaissance n'est encore que très-superficielle ou vague, ou même erronée : aucun auteur ne s'en est occupé en particulier ; la science chimique ne peut offrir encore aucune analyse de cette humeur. Depuis Bartholin et Rudbeck, les premiers anatomistes qui ont découvert ces vaisseaux absorbans vers 1650, jusqu'aux dernières recherches si étendues et si exactes de Mascagni et de quelques autres modernes, on a tout fait pour la connaissance de la structure, du nombre, de la disposition et du trajet de ces vaisseaux absorbans ; on n'a rien fait encore pour celle de la lymphe qu'ils charrient. A la vérité, on n'a pas de moyen de se procurer ce liquide, comme on en a d'obtenir le sang. Quoiqu'on ait bien décrit aujourd'hui le plus grand nombre des vaisseaux absorbans et qu'on connaisse le trajet d'un grand nombre, l'art ne sait point encore en extraire la lymphe pure ; on ne fait point de *lymphées*, tandis qu'on pratique avec beaucoup de facilité des saignées.

3. Quelques circonstances de maladies chirurgicales donnent cependant l'occasion de faire des expériences sur la lymphe. Dans des blessures et des ulcérations des régions inguinale et poplitée, il arrive quelquefois que des troncs de vases absorbans sont ouverts, et que la lymphe s'en écoule si abondamment que les appareils et les linges en sont très-fortement imprégnés. Je me rappelle avoir vu dans un hôpital de Paris deux cas semblables ; mais j'étais et trop jeune et trop peu éclairé encore dans ce genre de recherches, pour avoir tiré le parti qui m'était offert. Pareille circonstance n'est peut-être

pas aussi rare qu'on pourrait le croire, et il faut espérer que ceux à qui elle se présentera désormais ne la laisseront pas échapper, et la mettront à profit pour le bien de l'art. Peut-être même irait-on, si l'on voulait diriger ses vues vers ce genre de recherches, jusqu'à ouvrir à volonté des vaisseaux absorbans, imiter par cette espèce de lymphée ce qu'on fait dans la saignée. Il est même permis de penser que cette sorte d'opération pourra remplir quelques jours des indications utiles, remédier à la pléthore lympathique, diminuer la masse des sucs blancs et nourriciers surabondans, évacuer cette humeur amassée dans des cavités : car la déplétion d'un gros vaisseau lymphatique et le vide qui la suit doivent augmenter la force de succion et d'absorption dans une des régions, et par suite dans toute la continuité du système absorbant.

4. En attendant que mon vœu soit rempli, que cette idée ait jeté dans le monde savant et médical un germe plus profond, il faut au moins réunir ici ce qu'on a dit sur la nature de la lymphe. Au lieu de prendre ce liquide dans ses propres canaux, et au défaut de l'humeur elle-même qu'on n'a pas pu puiser encore dans ses propres réservoirs, on a mis en quelque manière à sa place le serum du sang, et on l'a présenté pour la lymphe dans la plupart des ouvrages de physiologie et de médecine. Haller lui-même, d'ailleurs si exact, et qui préférait les faits à toutes les hypothèses, a suivi cette marche. On la trouve indiquée dans un grand nombre d'endroits de son immortel ouvrage, et particulièrement à l'article du serum du sang, et dans l'esquisse de classification chimique des humeurs, qui précède son histoire de la secrétion. Le plus grand nombre des physiologistes qui ont écrit depuis lui, et qu'on pourrait presque tous ranger parmi ses copistes ou ses plagiaires, n'ont point eu d'autre idée. Dehaën, qui a cependant cherché dans ses ouvrages à mettre plus de précision dans la connaissance des humeurs et de leurs altérations morbifiques, a partagé cette opinion. Je ne connais que Bucquet

qui, dans ses cours, ait combattu cette similitude adoptée entre le serum du sang et la lymphe, et qui ait insisté non pas pour prouver que ces deux liquides ne sont pas les mêmes, car on n'en a point acquis la certitude, mais pour montrer que tant qu'on n'aurait pas fait un examen particulier de la lymphe, on ne pouvait pas assurer qu'elle fût de la même nature que le serum, et qu'il était autant permis de soupçonner qu'elle était différente, que de dire qu'elle lui était analogue.

5. Haller, en citant les travaux anatomiques et physiologiques de Stenon, de Bartholin, de Drelincourt, de Bellini, de Wepfer, de Werreyen et de Monro, en nommant indistinctement avec ces hommes célèbres la lymphe serum, et le serum du sang lymphe, range cette dernière humeur parmi les gélatineuses; mais on reconnaît bientôt qu'il donne ce nom d'*humeurs gélatineuses* à celles que je nomme *albumineuses*, puisqu'il indique en même temps leur concrescibilité par le feu pour leur caractère distinctif. Il annonce donc que la lymphe se coagule par la chaleur, par les acides, par l'alcool; qu'elle est salée, légèrement visqueuse; qu'elle mousse par l'agitation; qu'elle se prend en flocons solides par l'eau bouillante; qu'elle est dissoluble dans l'eau froide; qu'elle donne à la distillation une huile fétide et du sel volatil concret ou carbonate d'ammoniaque; qu'on y trouve des sels en dissolution: en un mot, il compose son histoire et l'ensemble de ses propriétés de toutes celles qui appartiennent au serum du sang. Il en fait véritablement une humeur albumineuse; il ajoute qu'elle rend les huiles miscibles à l'eau, et il le prouve par l'absorption de la graisse, opérée si facilement et quelquefois si promptement par les vaisseaux lymphatiques. Il a soin même de bien distinguer de cette liqueur, comme du serum sanguin, les humeurs muqueuses qui répondent à celles que je nomme *gélatineuses*, puisqu'il assigne à celles-ci le caractère de n'être point coagulables, mais bien fusibles par la chaleur, d'être très-transparentes, glutineuses. Senac, Quesnay et Dehaën avaient déja reconnu une pareille distinction.

6. Sans nier la possibilité de cette identité, ou au moins d'une forte analogie entre la lymphe et le serum du sang, qui peut passer en effet pour être sa première source, on ne peut cependant se refuser à deux réflexions également justes et importantes : l'une, c'est qu'il manque à la preuve de cette analogie ou de cette identité une analyse de la lymphe prise dans ses couloirs, et comparée à celle du serum, comme le disait Bucquet ; l'autre, c'est qu'en supposant même que le serum sanguin fût la source unique de la lymphe, il est naturel de concevoir dans celle-ci des différences plus ou moins grandes avec la liqueur albumino-muqueuse du sang, puisque cette dernière a dû, pendant la circulation, en servant à plusieurs usages divers, en traversant différens organes, en fournissant à plusieurs secrétions, en perdant quelques-uns de ses principes, éprouver une altération assez prononcée pour qu'elle ne puisse plus être regardée comme ayant conservé exactement sa nature et sa composition primitives.

7. S'il était permis de se livrer à des conjectures en les étayant de quelques faits qui peuvent les rendre vraisemblables, on pourrait croire par exemple que par les effets de la fixation de l'oxigène, du dégagement de la chaleur, de la perte de l'eau ou de l'hidrogène et d'une portion de son carbone, effets qui, commencés au poumon, se continuent dans tout le trajet que le sang parcourt pendant qu'il circule, le sang passe peu à peu à l'état de fibrine, la plus animalisée des substances animales ; que ce passage s'opère par une désoxigénation de la partie de l'albumine qui devient fibrine ; qu'à mesure qu'il a lieu l'albumine qui reste sans cette conversion devient plus oxigénée, plus concrescible, plus plastique, et qu'une de ses parties désazotée, déshidrogénée et carbonée, forme le mucilage animal ou la gélatine. Alors la lymphe, qui serait en quelque sorte le résidu de cette partie d'albumine convertie en fibrine, qui continue comme telle, ou à constituer le sang, ou à former les muscles, contiendrait une portion d'albumine très-

oxigénée et une quantité plus grande de gélatine. Ainsi l'hématose se terminerait par une séparation du sang en trois matières diverses : l'une, très-azotée ou la fibrine; l'autre, très-oxigénée ou l'albumine très-concrescible; et l'autre, très-carbonée, ou la gélatine. Une portion de ces deux dernières dissoutes dans l'eau formerait la lymphe, et une portion de la fibrine déposée avec la matière colorante dans les muscles en entretiendrait la nutrition et la vie.

8. Mais quoique cette conjecture soit bien d'accord avec les connaissances que l'on a sur la nature comparée des trois matières qui entrent dans la composition immédiate du sang; quoique l'on voie dans beaucoup d'opérations chimiques sur les matières animales une sorte de partage de leur homogénéité primitive en deux ou trois substances différentes, ce ne sera jamais qu'une hypothèse jusqu'à ce qu'une analyse soignée de la véritable lymphe, mise en comparaison avec celle du serum du sang, ait prononcé sur la différence vraisemblable qui existe entre elles, ou sur l'analogie qu'on a déja supposée entre ces deux liquides. Toutefois il ne faut pas oublier que la connaissance de l'altérabilité si prompte des liquides animaux rend la différence infiniment plus probable; que l'analogie entre ces deux liqueurs, et que la lymphe pourrait bien n'être pas ce que je la soupçonne, sans pour cela être en tout semblable au serum, comme l'ont voulu les physiologistes, par une décision trop précipitée et trop peu fondée sur des faits pour n'être pas une erreur.

ARTICLE IV.

De la graisse et de l'acide sébacique.

1. La graisse est une huile animale plus ou moins fluide et coulante, ou au moins molle dans les animaux vivans, qui doit être rangée par conséquent parmi les liquides. Comme elle est presque généralement répandue dans toutes les régions du corps des animaux, je l'ai placée dans la première classe de leurs matériaux immédiats. Elle est logée dans les petits sacs formés par le tissu cellulaire; elle y prend même, comme dans un moule, la forme de leurs parois intérieures. Aussi trouve-t-on presque toujours la graisse en espèces de glèbes ou de morceaux aplatis, orbiculaires, ou carrés irréguliers. En l'examinant au microscope, on la voit formée des vésicules remplies d'une humeur transparente : Wolf a comparé sous ce point de vue celle de plusieurs animaux. Dans les dissections et lorsque la chaleur vitale est éteinte, on trouve la graisse plus ou moins solide; mais le ramollissement qu'elle éprouve entre les doigts prouverait seul qu'elle est liquide et coulante dans les organes des animaux vivans : d'ailleurs, beaucoup d'anatomistes l'ont vue, à l'ouverture du corps des animaux vivans, dans un véritable état de fluidité.

2. La graisse a une saveur douce et fade, une odeur très-légère quand elle est chaude, une pesanteur spécifique moins considérable que l'eau qu'elle surnage. Sa saveur est quelquefois un peu âcre, et son odeur un peu forte dans quelques genres d'animaux, sur-tout dans ceux dont les muscles sont noirs, et qui font naturellement un violent exercice. Quoique sa couleur soit généralement assez blanche, elle varie cependant du blanc grisâtre au jaune plus ou moins orangé, verdâtre ou rougeâtre dans toute l'échelle des animaux. Il en est de même de la consistance qui s'étend depuis la fluidité

d'une huile jusqu'à une mollesse onctueuse dans les êtres vivans, et depuis cette mollesse jusqu'à une densité sèche et cassante après la mort, et après la cessation de la chaleur vitale.

3. On trouve la graisse abondamment répandue sous la peau, où elle forme immédiatement au dessous du derme un enduit plus ou moins épais. Il y en a beaucoup à la surface des muscles entre les intervalles des différentes espèces de ces organes, et dans les interstices de leurs faisceaux charnus. On en rencontre aussi une quantité notable autour de quelques parties des articulations, dans le globe de l'œil où elle enveloppe les muscles, le long des vaisseaux du cou, dans les médiastins et à la base du cœur, autour de l'estomac et des intestins. C'est spécialement aux environs des reins et dans la duplicature membraneuse de l'épiploon qu'elle s'amasse en grande abondance. S'il y en a peu autour de quelques muscles toujours en mouvement, il y en a en revanche une proportion considérable sur les grands muscles du bas-ventre, et au dehors des fessiers qu'elle fait en partie proéminer dans l'homme, tandis qu'aucun animal ne présente cette saillie des fesses. Elle est encore abondante sur la poitrine, autour des glandes mammaires, dans la femme, chez laquelle elle détermine la forme saillante, arrondie et gracieuse du sein. Les plis des grandes articulations en montrent encore une surabondance remarquable, ainsi que la paume des mains, la plante des pieds, les extrémités ou des cordes tendineuses, les bourses ou capsules muqueuses destinées à favoriser le glissement des tendons. Il n'y a que très-peu d'animaux qui en offrent dans leur cerveau, sur le front, sur les cartilages des narines, des oreilles, autour des poumons, de la verge ; elle constitue, en général, le vingtième du poids du corps de l'homme. Sa quantité varie suivant les divers animaux et une foule de circonstances.

4. Quelques anatomistes ont admis des organes particuliers pour la formation de la graisse. Malpighi, en décrivant des

glandes adipeuses, a cru qu'il existait aussi des vaisseaux pour la charrier dans les diverses parties ; mais ni les uns ni les autres de ces organes n'ont été vus et confirmés depuis lui. On pense généralement, avec Haller, que la graisse se sépare du sang dans les artères ; que, formée dans ces vaisseaux, elle est portée par sa légéreté spécifique à la circonférence du cylindre sanguin distendant les artères, et poussée par de petites ouvertures, dont on suppose leurs parois criblées, dans les cellules du tissu muqueux. Pour prouver cette opinion, Haller invoque beaucoup les phénomènes des injections, qui suintent par tous les points latéraux des artères, et se répandent dans le tissu cellulaire ; il se fonde sur la graisse qui montre souvent des points et une nuance rouge de sang extravasé par le côté des artères, après des courses violentes dans les animaux ; sur la graisse que Morgagni a vue couler en gouttes des vaisseaux coupés ; sur celle que Malpighi dit avoir reconnue dans le sang artériel et circulant des grenouilles, et que Glisson et Ruysch ont retrouvée dans celui des scorbutiques. Le repos, la nourriture abondante, la diminution des secrétions, et surtout de la transpiration, la faiblesse et le relâchement qui suivent les hémorrhagies, la castration, sont les circonstances qui en favorisent la formation. Une désoxigénation prononcée dans le sang en est la source primitive, suivant les principes de la chimie pneumatique française, si bien employés par le docteur Beddoës. On voit les oiseaux engraisser en quelques heures de brouillard, notamment les ortolans, les rouges-gorges, les grives, etc. Les vaisseaux absorbans la pompent et la font disparaître promptement chez les animaux qui dorment pendant l'hiver, dans les maladies fébriles, dans les grandes suppurations, dans les exercices violens, par les alimens âcres, l'abus des liqueurs vineuses ou alcooliques, les frictions mercurielles, etc., etc.

5. La nature chimique de la graisse n'est connue que depuis très-peu d'années. Olaüs Borrichius est le premier qui

ait fait une attention particulière, dans le dix-septième siècle, à la fumée âcre et forte qui se dégage de cette matière fortement chauffée, et qui ait décrit les mauvais effets qu'elle produit sur ceux qui s'y exposent. En 1740, Cartheuser, d'après l'action des acides puissans sur les huiles végétales, a le premier considéré la graisse comme une huile épaissie par un acide. Son sentiment a été suivi par tous les chimistes, jusqu'à nos jours. Grutsmacher s'est occupé de cet acide de la graisse en 1748. Rhades, en se livrant à l'examen des matières animales d'après l'invitation du célèbre Haller, a donné quelques détails sur cette humeur dans un Traité publié à Gottingue en 1753. Knape a considéré cet acide rectifié comme très-fort et formant une espèce particulière. Un an après le travail de Rhades, Segner a fait connaître une suite d'expériences sur l'acide de la graisse, sur lequel il a mis au jour une Dissertation particulière. Cependant, malgré ces travaux préliminaires, d'Aumont ne craignit pas de nier, dans la première édition de l'Encyclopédie, la présence d'un acide dans la distillation de la graisse. Haller a rétabli la vérité dans les supplémens qu'il ajouta quelques années après aux articles médicinaux de cet ouvrage. Crell, en 1779, a publié une longue Dissertation et une grande série d'expériences sur la graisse et son acide : il a appris à le retirer, à le purifier; il en a décrit les propriétés distinctives et les combinaisons salines. Depuis lui, tous les chimistes ont confirmé autant qu'étendu les résultats de Crell sur l'acide extrait de la graisse. Maret, dans les cours de l'académie de Dijon, répéta ses expériences, et y ajouta quelques faits. Bergman, dans sa Dissertation sur les attractions électives, a tracé la première esquisse méthodique des attractions de cet acide. Le citoyen Guyton en a publié une histoire exacte dans le premier volume de l'Encyclopédie méthodique ou par ordre des matières; il y soutient spécialement la présence de cet acide tout formé dans les graisses. Le citoyen Berthollet y a prouvé la présence de

l'oxigène, et a bien décrit le mode de leur action sur les oxides métalliques. Je me suis aussi occupé des propriétés chimiques de ce composé animal; j'ai trouvé que l'acide sébacique n'y était pas tout formé, et qu'il fallait l'action décomposante du feu pour l'obtenir; j'ai montré que l'acide nitrique oxigénait la graisse et la rendait susceptible d'agir d'une manière très-remarquable sur l'économie animale. C'est depuis cette époque qu'on l'emploie avec succès dans la galle, les éruptions dartreuses invétérées, les symptômes syphilitiques cutanés, etc. J'ai reconnu la possibilité d'expliquer sa formation, sa fonte, etc., par les attractions chimiques et l'état du sang dans les animaux vivans : enfin, j'ai déterminé la différence de quelques espèces de graisse.

6. La première expérience, le premier procédé qu'on pratique sur la graisse, consiste dans sa purification. On sait que cette humeur, telle qu'on la tire du corps des animaux, est mêlée de tissu cellulaire et de vaisseaux lymphatiques, de sang et de mucilage gélatineux; qu'elle est très-susceptible d'altération. Pour la purifier et la conserver, on la coupe par petits morceaux; on en sépare les membranes et les vaisseaux les plus apparens et les plus gros; on la lave avec soin, et en la comprimant beaucoup, dans une grande quantité d'eau; on la broie même avec l'eau dans un mortier; on la fait fondre dans un vaisseau de porcelaine ou de faïence avec une petite quantité d'eau; on laisse dissiper celle-ci jusqu'à ce qu'il n'y ait plus le pétillement qui annonce son passage à travers la graisse fondue et son évaporation dans l'air; on l'écume avec soin pour en séparer les portions de parties solides qui peuvent y rester; on la coule dans un vase froid et neuf; elle s'y fige en une masse blanche, grenue, cristalline, très-douce, molle et fusible dans les doigts, qui se conserve très-long-temps. On fait sur-tout cette opération dans les pharmacies et les parfumeries avec la graisse de porc, qu'on nomme en cet état *sain-doux* ou *axonge*. La graisse ainsi

purifiée est plus opaque, moins dense et beaucoup plus blanche que dans l'état naturel : elle retient entre ses molécules une certaine quantité d'eau qui lui donne ces nouveaux caractères.

7. La graisse exposée à un feu doux se liquéfie, prend de la transparence, et se fige en petits cristaux serrés et grenus par le refroidissement. Sa fusion a lieu entre 40 et 70 degrés du thermomètre centigrade, suivant les diverses variétés de cette matière animale. On peut la faire fondre au bain-marie pour éviter de l'altérer, quand on ne veut qu'en opérer la fusion. Chauffée avec le contact de l'air au delà de la chaleur nécessaire pour la fondre, elle prend promptement une température supérieure à celle de l'eau bouillante ; elle devient capable de cuire et de dessécher les matières végétales et animales qu'on y plonge, et qu'on en retire endurcies à leur surface et privées d'eau. Bientôt il s'en élève des vapeurs âcres et piquantes qui tirent les larmes et irritent la gorge. Cette fumée s'enflamme, et la graisse continue à brûler jusqu'à ce qu'elle soit réduite en charbon. On voit par là qu'elle ne brûle qu'après s'être volatilisée, et que c'est pour la vaporiser que, lorsqu'on l'emploie pour faire des lampions, on se sert de mêche, afin de conduire dans l'air la partie réduite en vapeur.

La graisse distillée au bain-marie donne une certaine quantité d'eau d'une odeur fade, dans laquelle les divers réactifs ne montrent rien, et qui cependant se trouble, dépose des flocons, et prend une odeur fétide lorsqu'on la garde. Cette eau cependant présente une altération moins sensible que la plupart des autres substances animales ; elle devient moins ammoniacale ; et c'est en général un caractère bien marqué de cette espèce d'humeur de donner beaucoup moins de ce dernier produit que tous les autres composés animaux : ce qui a fait dire jusqu'ici aux chimistes, que c'était une matière presque végétale, ou qui passait presque sans change-

ment de la nourriture végétale dans le corps des animaux. L'eau qu'on obtient dans cette distillation de la graisse au bain-marie n'était pas toute contenue dans cette humeur ; une partie est formée aux dépens de l'hidrogène et de l'oxigène qu'elle contient : voilà pourquoi, après ce mode d'action du feu, quelque légère que paraisse cette action, la graisse est sensiblement plus sèche et d'une couleur jaune fauve ou brunâtre, qui en annonce la décomposition commencée et la précipitation du carbone.

8. Quand on distille la graisse à la cornue, on en opère la décomposition d'une manière beaucoup plus complète. Il y a long-temps qu'on fait cette opération dans les laboratoires de chimie ; et cependant on en a ignoré jusqu'ici le véritable mécanisme et les phénomènes remarquables. On avait observé que dans cette distillation la graisse passait presque toute entière dans le récipient lorsqu'on la chauffait un peu fortement ; qu'il se dégageait cependant une petite quantité d'eau très-acide, un fluide élastique que Hales fait monter à dix-huit fois le volume de la graisse, qu'on croyait être de l'air ; et qu'il restait une trace charbonneuse dans la cornue. On avait vu que par des distillations répétées sur la graisse sublimée on en obtenait chaque fois une partie d'eau acide, une huile qui s'atténuait peu à peu, une portion d'air et une couche légère de charbon : on en avait conclu qu'à force de recommencer cette opération la graisse passerait à l'état d'eau et d'air. Il résulte de ces faits mieux vus aujourd'hui, que c'est en eau et en acide carbonique, plus une petite quantité d'ammoniaque, que la graisse se réduit complétement et en dernière analyse ; mais que pour parvenir à cette décomposition complète il faut ajouter à cette matière chauffée une grande quantité d'oxigène ; que c'est pour cela qu'un grand vaisseau l'avance beaucoup plus qu'un petit, ou qu'on est obligé de recommencer un grand nombre de fois de suite les distillations ; que cette décomposition enfin ressemble, quoiqu'avec

un autre mode et d'autres phénomènes, à la combustion de la graisse dans des vaisseaux ouverts; que quand celle-ci est faite avec soin, on n'a que de l'eau et de l'acide carbonique pour produits; que si elle ne s'opère qu'en partie, on en obtient comme dans la distillation une vapeur acide, une partie d'huile non décomposée et simplement volatilisée, et une suie charbonneuse ou des concrétions fungiformes de charbon, qui se rassemblent sur la mèche et portent un nouvel obstacle à ce phénomène; qu'ainsi les produits de la distillation de la graisse à la cornue, le phlegme, l'acide sébacique, les gaz, l'huile plus ou moins liquide, le charbon, sont des espèces de composés intermédiaires entre ce corps et l'eau comme l'acide carbonique, qui sont les derniers termes de sa décomposition; que leur proportion doit varier suivant la force de la décomposition qu'on opère, suivant la température qu'on emploie, la grandeur des vaisseaux, la quantité d'air qu'ils contiennent, la manière dont on conduit le feu, etc.

9. Ces notions générales servent à bien concevoir et à bien expliquer ce que les différens chimistes ont écrit sur la distillation de la graisse. Neumann, l'un des premiers qui aient bien décrit cette opération, a distillé comparativement les graisses de bœuf, de mouton, de porc et d'oie: il a employé 1152 parties (grains ou 2 onces) de chacune de ces graisses. Celle de bœuf lui a donné 60 parties de phlegme de liqueur empyreumatique et âcre, dont il n'a point cependant indiqué la nature acide, 852 parties d'huile et 18 de charbon. Il a eu de la graisse de mouton 90 parties de phlegme, 854 d'huile et 16 de charbon; de celle de porc, 70 parties de phlegme et 880 d'huile; et de la graisse d'oie, 60 parties d'eau empyreumatique, 890 d'huile âcre et 10 de charbon. Il regardait ce charbon comme de la terre: il n'a point tenu compte des fluides élastiques; il n'a point connu l'acide sébacique. Hoffmann croyait que le produit de la distillation de la graisse était alcalin, parce qu'il bleuissait le cuivre. Segner

a obtenu de 4 onces de graisse humaine, chauffée à 600 degrés du thermomètre de Fahrenheit, ou 270 de Réaumur, 100 gouttes de phlegme, dont il a indiqué l'acidité, ainsi que Vogel : il a observé que ce produit rougissait la couleur bleue des violettes, que son odeur forte troublait le cerveau, qu'il restait dans la cornue, après l'avoir obtenu, une huile concrète et noirâtre.

Crell a fait avec plus de soin la distillation de la graisse humaine : 28 onces, chauffées dans une cornue de verre au bain de sable, ont donné, après s'être fondues au 155e degré du thermomètre de Réaumur, un phlegme insipide ; à 220 degrés, il y a eu du boursouflement que ne lui a point présenté la graisse de bœuf : il s'est dégagé deux liqueurs, une huile brune et liquide sur une eau d'un jaune doré, et de plus, une huile figée au fond de cette eau. L'opération a duré 21 heures : tous les produits avaient une odeur forte. En les redistillant il a eu 20 onces 5 gros 40 grains d'huile fluide, 3 onces 3 gros 30 grains de phlegme acide, 3 onces 1 gros 40 grains de charbon brillant, 5 gros 10 grains de perte.

On reconnaît bien, dans les différences des proportions entre ces diverses analyses, la vérité de ce que j'ai exposé sur la variété du mode d'opérer, de la température, de la forme et de la grandeur des vaisseaux, sur la rapidité de l'échauffement, la répétition des distillations, etc.

10. La graisse gardée à l'air s'y altère d'autant plus qu'elle en a le contact plus multiplié, et que l'atmosphère est plus chaude ; elle se colore en jaune et quelquefois en orangé ; elle prend une odeur piquante qu'on connaît sous le nom d'*odeur rance*, une saveur âcre et manifestement aigre. Cette espèce de rancidité, due au développement d'un acide, suppose encore la fixation d'une portion d'oxigène : il paraît qu'elle est due à une fermentation qui s'établit dans la substance gélatineuse, qui accompagne la graisse même purifiée, qui réagit sur la substance adipeuse elle-même, qui développe dans

celle-ci de l'acide sébacique, et peut-être un peu d'acide acéteux dans la première. L'eau dans laquelle on lave la graisse rance acquiert une saveur âcre et la propriété de rougir les couleurs bleues végétales. M. Pœrner s'est servi de ce liquide pour la purifier. L'alcool a également cette propriété, suivant le citoyen Machy. Cependant l'un et l'autre de ces agens dissolvent une partie de la graisse en même temps que son acide, et la graisse quoique bien lavée retient une portion de ce dernier. Ces observations prouvent déja que l'acide sébacique, développé dans la rancescence de la graisse, n'était pas tout contenu dans cette substance, et qu'il s'est formé par la fermentation même qu'elle a éprouvée. Pour peu que la graisse soit rance, on voit qu'elle prend des propriétés très-différentes de celles qu'elle avait avant cette rancidité, et qu'elle devait cependant avoir en partie, au moins, si elle contenait naturellement de l'acide sébacique tout fait.

11. La graisse se mêle très-bien avec le soufre par la simple trituration; elle le dissout à l'aide de la fusion, et prend une consistance assez forte par cette union, qui forme la pommade de soufre. Quand on chauffe cette graisse sulfurée, on n'en obtient point de soufre sublimé, mais une grande quantité de gaz hidrogène sulfuré et d'acide sulfureux, parce qu'une haute température, en favorisant la décomposition de la graisse, porte une portion de son oxigène sur le soufre qui se brûle en partie, et de son hidrogène sur le même corps qu'il entraîne sous forme gazeuse.

Il en est de même du phosphore qui est dissous très-facilement à chaud par la graisse fondue. On ne retire que difficilement le phosphore de cette combinaison : il n'y est cependant pas fixé autant que le soufre; mais il s'en dégage aussi par la chaleur en gaz hidrogène phosphoré. En faisant cette expérience, il faut employer des précautions pour éviter la détonation et l'inflammation brusque que peut opérer ce composé phosphoré.

La graisse agit même à froid sur quelques métaux, dont elle opère ou dont elle favorise au moins l'oxidation, quand on la triture avec ces corps réduits en petites molécules, et avec le contact de l'air. Cet effet est sur-tout sensible dans la préparation de la pommade ou de l'onguent mercuriel, qui consiste à triturer du mercure coulant avec de l'axonge. On voit peu à peu ce métal perdre sa forme métallique et sa liquidité; la graisse ce colore en noir. Quoique dans cette extinction on ait pensé d'abord que le mercure ne faisait que se diviser, parce qu'on voit toujours des globules métalliques dans l'onguent le mieux préparé, il est certain que c'est une véritable oxidation de ce métal en noir, puisqu'elle a lieu beaucoup plus promptement lorsqu'on ajoute à la graisse de l'oxide de mercure rouge, du muriate suroxigéné de mercure, lorsqu'au lieu d'axonge simple on prend de la graisse oxigénée, comme je l'annoncerai plus bas, lorsqu'on aide cette extinction par des matières animales très-oxigénées, telle que la salive. La graisse agit de la même manière sur le cuivre qu'elle change très-promptement en oxide vert. Ce phénomène est très-sensible avec la cire, qui, à la vérité, est une des substances adipeuses les plus oxigénées.

12. L'eau ne dissout pas la graisse, et lorsqu'on l'emploie pour la laver et la purifier, ce n'est que pour en séparer le sang et les autres matières dissolubles qu'elle contient. Quand on fait bouillir la graisse dans l'eau, elle se fond, et le liquide aqueux dissout alors les lames membraneuses et de tissu cellulaire qui y sont interposées; de sorte que si l'eau est peu abondante, et qu'on la laisse ensuite refroidir, elle se prend en gelée. J'ai déja dit qu'une portion de ce liquide s'interposait entre les molécules de la graisse; de sorte qu'après le refroidissement et la condensation de celle-ci, elle est sous forme grenue plus légère qu'auparavant, blanche et plus opaque qu'elle n'était. Il faut la chauffer long-temps ensuite pour en séparer cette portion d'eau qui s'échappe en pétillant jus-

qu'à la dernière molécule. Il se passe un autre effet de la part de l'eau lorsque la graisse est bouillante et fortement chauffée, lorqu'elle est au point de s'enflammer, et sur-tout quand elle l'est déja. L'eau jetée sur la graisse ainsi chauffée produit souvent une explosion considérable, et augmente singulièrement son inflammation; ce qui est dû à une véritable décomposition de l'eau opérée par le carbone rouge, et au dégagement rapide de l'acide carbonique et du gaz hidrogène, qui sont le produit de cette décomposition. Voilà pourquoi l'eau, loin de pouvoir servir à éteindre les incendies des huiles et des graisses enflammées, ne fait qu'en activer la combustion et en augmenter les ravages.

13. La graisse agit, à l'aide de la chaleur, sur tous les oxides métalliques, et les réduit d'abord en s'oxigénant elle-même, et ensuite en se décomposant. On observe cet effet dans la préparation des onguens et des emplâtres. Il est le même que celui que j'ai décrit dans l'histoire des huiles. Beaucoup d'oxides métalliques, sur-tout ceux de plomb, de cuivre et de fer, sont dissolubles dans la graisse chaude; ils lui donnent de la consistance et de la chaleur; ils forment avec elle des espèces de savons insolubles; il est donc dangereux de faire fondre de la graisse dans des vaisseaux de terre vernissée avec les oxides de plomb et de cuivre.

Les acides puissans, et spécialement le sulfurique et le nitrique, agissent d'une manière très-remarquable sur la graisse, tandis que les acides faibles et peu décomposables, ou cédant difficilement leur oxigène, ne lui font éprouver aucune altération.

L'acide sulfurique concentré brunit la graisse et la charbonne sensiblement à froid : son action s'arrête quand il y a formé assez d'eau pour en être saturé. A chaud, elle va beaucoup plus loin; il se dégage du gaz acide sulfureux, du gaz acide carbonique et du gaz hidrogène sulfuré. La graisse est ensuite en grande partie décomposée, et il n'en reste qu'une petite portion noire et peu consistante.

L'acide nitrique n'agit que très-peu à froid sur le composé adipeux. A chaud, à la température où la graisse est fondue, l'acide nitrique, à 32 degrés de l'aréomètre, se décompose, lui fournit de l'oxigène, la colore en un citron orangé; il se dégage un peu de gaz nitreux et du gaz azote : c'est ainsi que l'on obtient la pommade oxigénée que j'ai proposée le premier, il y a plusieurs années, pour être substituée à l'onguent citrin, et que le citoyen Alyon a trouvée si utile depuis dans la galle, les vieilles dartres, les affections vénériennes de la peau. Il la prépare en prenant quinze parties de graisse et une partie de l'acide indiqué, en les faisant agir à une légère chaleur jusqu'à ce qu'il y ait ébullition, en retirant le mélange du feu, et en l'agitant beaucoup pendant qu'elle refroidit. Il peut y avoir beaucoup de degrés d'oxigénation de la graisse, suivant la forme et la quantité de l'acide que l'on emploie. Si l'on se sert de trois ou quatre parties d'acide nitreux sur une de graisse, et si l'on fait chauffer fortement, on décompose ces deux corps : la graisse brunit sensiblement, et il se forme de l'acide sébacique, un peu d'acide oxalique, tandis qu'il se dégage beaucoup de gaz nitreux et d'acide carbonique, sans parler de l'eau qui est produite et dégagée en même temps. Parmi les diverses oxidations qu'on fait éprouver à la graisse, en la traitant par cet acide de différente force, à diverses températures, en doses variées, il en est une qui la rapproche assez sensiblement de la consistance, de la sécheresse de la cire pour faire espérer qu'on parviendra quelque jour à lui donner ce caractère dans nos manufactures. La graisse oxigénée à l'état de pommade éteint le mercure cinq fois plus vîte que la graisse naturelle, et peut servir avec grand avantage pour la préparation de l'onguent citrin : elle est aussi susceptible d'oxider promptement le cuivre qu'elle dissout par la chaleur, et avec lequel elle forme promptement une sorte d'onguent brun; elle est dissoluble dans l'alcool, etc. On peut oxigéner la graisse par l'acide muriatique oxigéné.

14. Les alcalis caustiques ont une action très-forte sur la graisse ; ils la portent facilement à l'état savonneux Ce genre de savon animal peut servir à tous les usages économiques, et on en fabrique de cette nature dans quelques pays. L'ammoniaque n'exerce point une pareille action sur le composé adipeux. La chaux, la barite et la strontiane se combinent avec elle, et constituent des savons terreux, durs, solides et indissolubles. Ces compositions sont quelquefois employées dans la fabrication des ciments, et leur donnent une solidité considérable et la propriété de recevoir un poli doux et onctueux. Les savons de graisse, brûlés à un grand feu, se charbonnent et fournissent des sébates alcalins et terreux que quelques chimistes modernes ont crus tout-formés dans les premiers savons, mais qui ne se forment véritablement que par la haute température qui brûle et décompose la graisse. J'en reparlerai bientôt en traitant de l'acide sébacique. Les sels n'ont aucune action connue sur la graisse ; le muriate de soude la conserve et l'empêche assez long-temps de se rancir.

15. Les sels et les dissolutions métalliques exercent à chaud sur la graisse fondue une action qui est connue depuis long-temps dans les pharmacies où l'on prépare plusieurs compositions onguentacées ou emplastiques avec ces matières : c'est spécialement avec le nitrate de mercure en dissolution qu'on la reconnaît. Quand on verse cette dissolution dans la graisse fondue, et quand on agite ce mélange, il se forme tout-à-coup un précipité jaune, et le mélange, en se refroidissant, prend une consistance solide en conservant sa couleur : ce qui l'a fait nommer onguent *citrin*. L'oxide de mercure y quitte l'acide nitrique, passe à l'état d'oxide jaune ; la graisse s'oxigène par l'acide, et prend elle-même une nuance analogue. On voit se dégager en très-petites bulles du gaz azote. Tous les nitrates métalliques, et la plupart des sels et des dissolutions acides des métaux, présentent ou une dissolution ou

une décomposition par la graisse fondue : plusieurs même s'y unissent bien à froid et par la seule trituration. Ce genre de combinaison peu connu encore, et l'action réciproque qui les accompagne, méritent d'occuper les chimistes, et doivent offrir par de nouvelles recherches de nouvelles matières utiles aux arts, ainsi que plusieurs résultats utiles à la théorie de la science.

16. La graisse se combine avec un grand nombre de substances végétales et animales : elle dissout facilement les extraits, les parties colorantes vertes, les baumes, les résines et les gommes-résines, comme on le voit dans la préparation d'une foule d'onguens et d'emplâtres ; elle retient opiniâtrément tous les matériaux odorans de ces corps, comme le prouve l'art des parfums ; elle arrête l'altération dont ces diverses substances sont susceptibles, et les conserve très-long-temps ; elle s'unit à la résine élastique, quoique difficilement. L'alcool n'a pas d'action sur elle, à moins qu'elle ne soit rance ou oxigénée ; parmi celles qui contiennent naturellement le plus d'oxigène, quelques espèces de substances adipeuses sont cependant susceptibles de s'y dissoudre. Les mucilages s'unissent avec la graisse fondue, et lui communiquent cette sorte de douceur et d'onctueux qui caractérise quelques onguens. Les gommes triturées avec la graisse la rendent dissoluble, ou au moins susceptible de rester suspendue dans l'eau. Elle est susceptible de s'unir par la fusion aux huiles, à qui elle communique une partie de sa consistance. Le tannin paraît aussi capable de se combiner à la graisse, quoiqu'on n'ait pas encore parlé de cette espèce de combinaison. Enfin les liqueurs animales albumineuses s'y unissent aussi par une longue trituration, et c'est par leur moyen que la graisse est reprise par les vaisseaux absorbans, et reportée dans la circulation. Haller observe que quelques humeurs purulentes, qui ne sont qu'un composé analogue à ceux que j'indique ici, ont le caractère graisseux et s'enflamment quand on les chauffe.

17. J'ai annoncé, dans plusieurs des articles précédens, que la graisse donnait, par la décomposition au feu, un acide particulier qui a été nommé *acide sébacique*, parce qu'on l'obtient assez abondamment du suif. Ce produit mérite une description spéciale. Crell est de tous les chimistes celui qui s'en est le plus occupé. Après avoir trouvé qu'il était constamment dégagé pendant la décomposition des graisses par le feu, il a cherché le moyen de le purifier; il a rencontré de grandes difficultés pour le séparer de l'huile qui l'accompagne. Ayant employé la distillation dans la vue de le concentrer, il a obtenu une eau très-acide, et s'est convaincu qu'il était plus volatil que ce liquide. Il a imaginé de saturer le produit acide de la graisse par la potasse, d'évaporer la liqueur à siccité, d'en chauffer le résidu dans un creuset jusqu'à ce qu'il ne donnât plus de fumée, et qu'il se dissolvît sans couleur, en faisant précipiter du carbone pendant sa dissolution dans l'eau. Cette seconde dissolution évaporée lui a donné un sel feuilleté qu'il a distillé avec la moitié de son poids d'acide sulfurique, et il a obtenu ainsi un acide fumant, âcre, à la proportion d'un vingtième du sel employé. Lorsque son sel n'avait point été assez calciné, il lui donnait par l'acide sulfurique une liqueur huileuse d'un jaune d'or mêlée au liquide acide. Il s'est servi d'un alembic de cuivre ordinaire pour distiller la graisse et en obtenir l'acide liquide, ainsi que l'huile fluide; mais ce procédé n'a pas rempli ses vues; l'acide retenait du cuivre, l'étamage du chapiteau fondait; il a donc essayé de trouver un autre procédé que la distillation et la saturation du produit de la graisse par l'alcali fixe pour se procurer l'acide sébacique. Voici celui auquel il s'est arrêté après beaucoup de tentatives.

18. Persuadé, avec tous les chimistes, et sur-tout Cartheuser, Macquer, etc., que l'acide sébacique était tout formé dans la graisse, il s'est proposé de le fixer par les alcalis immédiatement et indépendamment de la distillation. Il a fait

un savon de graisse avec la potasse, et il en a mêlé dix livres dans un état gélatineux avec vingt-deux onces d'alun dissous; en séparant la liqueur du précipité formé par le savon alumineux insoluble, et en l'évaporant, il en a retiré vingt-un onces de sébate de potasse, mêlé de sulfate de la même base. C'est de ce sel distillé avec l'acide sulfurique qu'il a extrait l'acide sébacique; il l'a rectifié sur le quart du sel conservé à cet effet. Il s'assurait que cet acide rectifié ne retenait pas d'acide sulfurique en l'essayant par l'acétite de plomb; le précipité qu'il obtenait devait se dissoudre tout entier dans le vinaigre, s'il n'était que du sébate de plomb, et ne pas s'y dissoudre entièrement s'il était mêlé de sulfate de plomb.

Le citoyen Guyton a décrit un autre moyen plus facile et plus simple pour obtenir l'acide sébacique. Ce moyen consiste à traiter la graisse avec la chaux-vive, en mêlant cette terre caustique en poudre avec la graisse fondue; on laisse refroidir le mélange, on lave ce savon à grande eau, on filtre et on évapore la lessive; le sébate calcaire brun qui en est le produit est fortement calciné dans un creuset, on le lessive, on filtre la dissolution, on en sépare la chaux surabondante par l'acide carbonique, on l'évapore ensuite; et en distillant le sébate calcaire blanc et pur qu'elle fournit avec de l'acide sulfurique, on obtient de l'acide sébacique pur. Il me paraît évident qu'ici, comme dans tous les cas précédens, l'acide sébacique est le produit de la grande altération que subit la graisse par le feu, qu'il n'est pas tout contenu dans la graisse, et que les calcinations que subissent les alcalis et la chaux, ainsi que la graisse, lorsque sous le prétexte de purifier le sel on le chauffe très-vivement, sont les vraies causes et en même temps les témoins de la formation de l'acide sébacique. Ce n'est pas, suivant moi, ni un sébate de potasse, ni un sébate de chaux; ce n'est point un sel mais un véritable savon adipeux que l'on chauffe, et qui laissant alors l'huile animale se décomposer permet à la substance terreuse ou alcaline

d'absorber et de fixer la portion d'acide sébacique qui s'est formé. Aucun fait ne prouve que la graisse pure contienne cet acide ; ce n'est que par une théorie hazardée qu'on l'admet, et tout prouve au contraire que pour le préparer il faut décomposer la graisse et en combiner dans un autre ordre les principes constituans.

19. Crell a extrait un peu moins du quart du poids de la graisse en acide sébacique, en la traitant suivant le procédé indiqué. En examinant cet acide par divers moyens, il a commencé par croire qu'il était le même que le muriatique, parce qu'il lui avait donné avec la soude un sel fusible sans décomposition au feu ; parce qu'il agit sur l'or à l'aide de l'acide nitrique ; parce qu'il précipite le nitrate d'argent, se sublime avec le mercure ; parce que sa dissolution n'est pas décomposée par le muriate de soude, et parce que son union avec l'antimoine est précipitée par l'eau. Mais le citoyen Guyton, en comparant sous d'autres rapports cet acide sébacique à l'acide muriatique, lui a trouvé plus de différences que de ressemblances ; il observe d'ailleurs judicieusement qu'une seule propriété chimique le ferait différer assez pour empêcher de les confondre jamais. Suivant lui l'acide sébacique uni à la soude cristallise en aiguilles et non en cubes comme le muriate de soude ; il ne forme point de sel déliquescent avec le fer ; il attaque le mercure coulant ; il précipite le muriate oxigéné de mercure, ainsi que le muriate de soude dont il retient la base en dégageant son acide par la distillation ; enfin on ne décompose pas l'alun par le sébate de chaux ; ce qui est encore un des caractères les plus distinctifs de cet acide. Le citoyen Guyton, d'après ces principales différences, ne balance pas à le croire un acide particulier, différent de tous ceux qui sont connus jusqu'ici.

20. L'acide sébacique paraît se former généralement par la décomposition de tous les corps huileux, puisque M. Crell l'a obtenu en distillant du beurre de cacao ; cependant il est plus

facilement et plus abondamment produit par toutes les graisses : c'est ainsi que le chimiste allemand cité en a retiré spécialement du blanc de baleine. Quoique la nature intime de l'acide sébacique ne soit pas encore déterminée, ce qu'on sait de sa formation permet de soupçonner qu'il n'est pas, comme les acides prussique et zoonique, un véritable produit animal, un composé de radical triple d'hidrogène de carbone et d'azote, unis tous ensemble à l'oxigène. De quelque nature qu'il soit, voici les propriétés qui le distinguent et le caractérisent. Il a une odeur suffocante âcre, qui irrite les yeux, les narines et la gorge, et qui le fait facilement reconnaître. Il exhale une vapeur ou fumée blanche quand il est bien concentré ; il ressemble par sa consistance et son aspect à un liquide huileux, et il montre ainsi son origine à la vue. Il rougit fortement la teinture de tournesol, et sensiblement même celle des violettes. Il est très-volatil, prend une couleur rougeâtre par le feu, et laisse à chaque distillation employée pour le rectifier un liquide brun, ou une trace charbonneuse quand on pousse l'opération jusqu'à siccité. Il se décompose entièrement dans un tube rouge, et se change en eau, en acide carbonique, en gaz hidrogène carboné et en charbon.

21. Ses combinaisons avec les bases alcalines et terreuses ou les sébates ont des traits de ressemblance avec les acétites suivant Bergman ; le citoyen Guyton observe cependant qu'ils sont plus fixes au feu et moins altérables à l'air. On n'a point encore bien décrit les espèces de ces sels ; on sait seulement que la plupart sont cristallisables en lames, assez bien dissolubles, décomposables par l'acide sulfurique ; il paraît aussi que l'ordre des attractions de l'acide sébacique pour les bases présente de suite la barite, la potasse, la soude, la strontiane, la chaux, la magnésie, la glucine, l'alumine et la zircone, comme la plupart des acides puissans, et sur-tout des acides sulfurique, nitrique et muriatique. Il y a quelques faits remarquables recueillis sur les attractions de plusieurs

sébates. La dissolution de sébate de chaux ne trouble pas celle de l'alun, ce qui tient à la faible attraction de l'acide sébacique pour l'alumine. Cet acide distillé avec les sulfates alcalins en dégage de l'acide sulfureux en se décomposant. Il précipite en acidule tartareux la dissolution de tartrite de potasse. Il décompose le nitrate et l'acétite de potasse par la distillation, et ne touche point au muriate de soude. Il paraît être susceptible d'attaquer le verre et d'en dissoudre une partie, puisqu'il dépolit les vases dans lesquels on le distille, et dépose ensuite par la digestion de la terre silicée. On a vu le même effet dans l'acide pyromuqueux.

22. L'acide sébacique exerce une action assez marquée sur beaucoup de substances métalliques. Distillé sur l'acide arsénieux il le réduit en métal comme le fait l'huile et la graisse entière. Il n'attaque ni le cobalt, ni le bismuth, ni le nickel, même par une longue digestion. Il précipite la dissolution nitro-muriatique d'antimoine, qu'à la vérité l'eau seule en très-grande quantité décompose. Il s'unit au mercure et à l'argent lorsqu'on le fait agir sur ces deux corps à l'état métallique. Le sébate d'argent est précipité par l'acide muriatique, tandis que l'acide sébacique décompose les nitrates de mercure et d'argent, le sulfate de ce dernier, et même précipite en blanc la dissolution de muriate oxigéné de mercure. Il précipite également le nitrate et l'acétite de plomb, et non les sulfates et nitrates de zinc, de fer et de cuivre. Il attaque l'or très-faiblement, mais il le dissout très-bien quand il est uni à l'acide nitrique. C'est un des faits qui portaient le plus M. Crell à trouver une grande analogie entre cet acide et le muriatique. Uni à l'oxide d'or, l'acide sébacique forme un sel cristallisable ainsi qu'avec l'oxide de platine; il précipite l'un et l'autre de leurs dissolutions nitro-muriatiques.

Le chimiste allemand, disposé d'après toutes ses expériences à ranger l'acide sébacique dans la classe des plus puissans de ces corps, annonce même qu'il a de l'action sur les

huiles, ce qui paraît tenir à sa nature huileuse, et qu'il est parvenu à obtenir de l'éther en traitant l'alcool avec cet acide.

23. J'ai décrit toutes les propriétés chimiques connues de la graisse en général ; je dois actuellement exposer les différences qu'elle présente, soit par rapport aux diverses régions qu'elle occupe dans le même animal, soit relativement à l'âge, soit respectivement aux divers ordres des animaux, soit enfin dans ses altérations morbifiques.

C'est un fait très-connu des anatomistes que la variété des caractères que présente la graisse, suivant les régions diverses où on la considère. Elle est plus solide sous la peau et aux environs des reins ; elle l'est moins, et même elle coule presque comme de l'huile entre les fibres musculaires, ou dans le voisinage des viscères mobiles, tels que le cœur, l'estomac et les intestins. Elle a un caractère grenu autour des articulations, dans l'intérieur des capsules corticulaires. Haller en a trouvé de presque aussi dure qu'un calcul, ou que ce qu'on nomme si improprement *pierre de la vessie*, au dedans de la jambe et le long de la face osseuse interne du tibia.

24. L'âge fait varier très-sensiblement la graisse. Haller n'en n'a pas trouvé dans l'épiploon du fœtus de quatre mois. Suivant Ruysch et Diemorbroeck, au lieu de véritables graisse il n'y a sous la peau du fœtus qu'une sorte de gelée tremblante et collante ; il s'y forme ensuite un peu de graisse grenue. Cette humeur augmente rapidement après la naissance : dans les premières années de sa vie, le corps de l'homme est extrêmement gras ; la graisse est long-temps blanche sous la peau ; elle jaunit avec l'âge ; elle est très-molle dans la femme. A quarante ans, elle l'emporte par sa quantité sur celle qu'elle a dans tous les autres âges. Cette époque est celle d'une véritable cachexie graisseuse. Elle se fond dans les premiers temps de la vieillesse, et laisse tomber comme flétrie et ridée la peau qu'elle avait soutenue et tendue jusqu'à cet âge. Le peu de graisse qui reste chez les vieillards est dure, consistante, d'un jaune

foncé, tirant quelquefois sur le brun. Ces mêmes phases graisseuses ont lieu dans les animaux comme dans l'homme ; elles y varient cependant suivant leur nature, celle de leur sang et le genre de leur respiration.

25. La graisse ne differe pas beaucoup dans les mammifères en général de ce qu'elle est dans l'homme. On a observé que dans les frugivores et herbivores elle est plus ferme et plus solide que dans les carnivores. C'est aux premiers qu'appartiennent l'axonge et le suif. Le blanc de baleine est une espèce de graisse qu'on extrait de la tête et du canal de l'épine des cachalots, et qui est caractérisée par une consistance sèche et friable, adipocireuse, par une forme cristalline, lamelleuse et brillante, par sa fusibilité moins grande que celle de la graisse ordinaire, par sa dissolubilité dans l'alcool. J'en reparlerai plus bas plus en détail. Je le considère ici en général, parce que ce corps graisseux se rencontre dans beaucoup d'autres matières animales que la tête du cachalot.

La graisse des oiseaux est fine, douce, onctueuse, très-fusible. Dans les poissons elle est presque fluide ou huileuse ; elle dépose de l'adipocire.

Il y en a dans les insectes, les vers et les mollusques ; elle y accompagne sur-tout les viscères du bas-ventre, où elle est placée par petits pelotons. Elle est aussi, quoique plus rarement, sous leur peau.

26. Les maladies influent sur la graisse ; elle est elle-même quelquefois la cause de maladies particulières. Son abondance constitue une affection morbifique ; on l'a vue augmenter le poids moyen de l'homme, qui va à quatre-vingts kilogrammes, jusqu'à trois cents. Elle presse quelquefois le cœur, en gêne et en arrête même le mouvement ; elle émousse la sensibilité nerveuse ; elle désorganise les muscles ; on trouve quelquefois leurs fibres converties en graisse. Elle se fond dans le plus grand nombre de maladies, et semble servir de nourriture pendant la diète de l'homme et des animaux : c'est ainsi que

le loir, la marmote, etc., entrent dans leurs trous très-gras, et en sortent très-maigres après l'hivernation. A la suite des maladies, sur-tout des fébriles, l'homme est extrêmement maigre; il ne faut pas beaucoup de temps pour reformer la graisse. Quelques petits oiseaux deviennent extrêmement gras en une seule nuit lorsqu'il fait beaucoup de brouillard. Elle se colore en jaune ou en vert par le mélange de la bile, qui paraît avoir un grand rapport avec la graisse. On la voit quelquefois couler avec les excrémens dans les maladies. Quand on fait maigrir l'extérieur du corps des animaux par une chaleur forte, on remarque que leur foie grossit considérablement. On verra bientôt que ce viscère est en effet de la nature graisseuse.

27. La graisse remplit un grand nombre d'usages dans la vie des animaux; elle entretient la chaleur des parties, en empêchant de se dégager au dehors le calorique dont elle est mauvais conducteur; on sait que les hommes gras sont moins sensibles au froid que les hommes maigres. Galien cite un sujet qui avait toujours froid au bas-ventre après avoir perdu une partie de l'épiploon par une maladie. Macquer pensait qu'elle servait à absorber les acides surabondans du corps des animaux; mais il fondait cette idée sur l'état concret de la graisse qu'il croyait dû à une combinaison d'acide: et l'on sait que c'est une erreur. Cette matière paraît bien plutôt absorber la surabondance d'hidrogène, et se former dans le cas d'une oxigénation trop peu considérable. Par sa qualité onctueuse la graisse favorise le glissement des parties les unes sur les autres; elle empêche les fibres de se coller. Elle détermine les formes arrondies, gracieuses et moelleuses de plusieurs parties; elle tend et soutient la peau, en lui donnant de la blancheur; elle remplit des vides et des intervalles entre beaucoup de fibres, de tissus ou d'organes. Elle rend les os souples et flexibles; elle passe d'un lieu dans un autre avec beaucoup de facilité; elle est absorbée par la lymphe, qui la rend dissoluble; elle nourrit en partie les animaux qui s'entretiennent ainsi sur leur propre fond, à leurs propres dépens.

28. La graisse est employée à un grand nombre d'usages économiques. Non seulement elle sert d'assaisonnement à un grand nombre d'alimens auxquels elle communique une qualité douce, onctueuse; mais elle sert elle-même d'aliment, et elle a des avantages marqués dans les cas d'une trop forte oxigénation du système. Dans la médecine on peut donc non seulement l'administrer, ainsi qu'on l'a fait jusqu'ici, comme un médicament lubréfiant, adoucissant, relâchant, calmant, émollient, mais encore comme un remède désoxigénant ou absorbant la surabondance d'oxigène qui a lieu manifestement dans les maladies inflammatoires.

On connaît assez la foule d'usages auxquels elle est consacrée dans la corroierie, la hongroierie, le roulage, le mouvement des machines, les enduits, quelques mortiers, etc. Chaque graisse a, comme on sait, une utilité particulière.

ARTICLE V.

De la transpiration, de la sueur, et de l'humeur des cavités intérieures.

1. La transpiration insensible, mot pris tantôt pour la matière qui sort en vapeur de la surface de la peau, tantôt pour la fonction elle-même par laquelle cette exhalaison s'opère, est une des évacuations dont les médecins se sont le plus occupés, et dont les physiologistes n'ont pas peut-être autant tiré parti que les premiers l'ont fait pour la théorie ou la pratique de leur art. Il n'est pas de phénomène dans la vie des animaux qui ait donné lieu à plus de recherches et d'explications, et qui ait excité autant d'intérêt parmi les physiciens. Elle était connue d'Hippocrate, de Théophraste,

d'Érasistrate et d'Asclépiade, qui la nommaient *pneuma*, parce qu'ils savaient qu'elle avait la forme d'air. Galien en a fait une des bases de l'éthiologie pathologique. Sanctorius s'est acquis, au commencement du dix-septième siècle, une réputation immortelle en publiant le résultat de ses longues expériences sur la transpiration, et l'exposé de son influence sur la santé et les maladies; sa médecine statique, donnée en 1614, ne contient cependant point le détail ni la description de ses expériences, mais seulement des aphorismes dont on ne voit pas toujours le rapport avec les expériences même, puisque celles-ci restent inconnues; mais à cette époque la bonne physique n'était pas née, et l'on ne faisait pas assez de cas encore des expériences pour qu'on songeât à en offrir le détail et en faire connaître le mode aux lecteurs.

2. Vers la fin du même siècle, en 1668, Dodart, médecin et membre de l'académie des sciences de Paris, qui venait d'être créée en 1668, lui communiqua ses recherches sur la transpiration; il se contenta, comme Sanctorius, de fournir des résultats et de les comparer à ceux de Sanctorius pour déterminer les différences que présentait à cet égard le climat situé à quarante-neuf degrés de latitude de Paris, comparé à celui de Venise à quarante-cinq degrés, où Sanctorius avait fait les siennes. Jac. Reil répéta de pareilles expériences pendant dix ans à Northampton, situé à cinquante degrés, et il fut le premier qui en publia le journal détaillé. Br. Robinson fit la même chose en Irlande; G. Rye à Corck, et Linings dans la Caroline méridionale, à trente-trois degrés de latitude. En comparant ces travaux de plus de cent ans qui n'ont point eu de continuateurs depuis près de soixante années, quoique ce genre de recherches promette, depuis une trentaine surtout, beaucoup plus de résultats importans qu'on n'en avait pu obtenir autrefois à cause de l'état plus avancé de la science; on trouve malheureusement, avec quelques vérités générales, beaucoup d'incertitudes, de contradictions et d'erreurs. Haller

fait voir dans sa grande physiologie que les auteurs de ces expériences n'ont pas pris toutes les précautions possibles, qu'ils ont négligé et les crachats, et l'absorbtion pulmonaire. Il reproche à Sanctorius lui-même qui s'est acquis cependant tant de gloire, et qui la méritera toujours dans la mémoire des hommes, pour avoir le premier fait des expériences, pour avoir eu l'idée de mesurer par le poids la quantité de la transpiration, et de rappeler la théorie médicale à une base certaine; il lui reproche, dis-je, d'avoir trop accordé à la transpiration, d'avoir forcé les résultats pour les adapter au Galénisme dont il était sectateur

3. Dans les temps modernes, je ne vois que Lavoisier et Séguin, qui, s'étant réunis pour examiner les phénomènes de la transpiration, ont imaginé de mesurer en particulier et de séparer l'une de l'autre par des moyens ingénieux autant qu'exacts, celle qui a lieu dans les poumons d'avec celle qui se fait par la peau, et de comparer leur quantité relative. On leur doit quelques résultats importans; mais ce n'est qu'une généralité. Leurs recherches, de quelques heures ou de quelques jours seulement, n'offrent pas la longue série de celles de Sanctorius, de Dodard, de Kiel, de G. Rye, de Robinson, quoiqu'elles l'emportent beaucoup sur celles-ci par leur exactitude et leur précision. Les physiciens français ont décrit, avec beaucoup de soin, les moyens et les instrumens dont ils se sont servis pour faire leurs expériences, et l'on peut juger d'après cela de la différence qui les sépare d'avec celles des physiologistes qui les avaient précédés dans cette carrière. Le plus souvent c'est le citoyen Séguin lui-même qui a été le sujet des expériences. La balance qui lui servait et dont le fléau avait quatre pieds et demi d'étendue était si exacte que, chargée de cent vingt-cinq livres ou soixante-deux kilogrammes et demi de chaque côté, elle trébuchait à deux grammes ou un demi-gros. Il se plaçait et enfermait tout son corps dans un sac de taffetas gommé, qui, gonflé d'air, n'avait

rien perdu pendant quinze jours. Ce sac était lié exactement au-dessus de sa tête ; il portait une ouverture qu'on collait exactement autour de la bouche avec un mélange de térébenthine et de poix. La bouche ainsi ouverte et communiquant avec l'atmosphère, la transpiration pulmonaire sortait dans l'air, et celle du reste de la peau se rassemblait dans le sac qui n'en laissait rien sortir. En se pesant deux fois à de certains intervalles de trois ou quatre heures, il trouvait le poids de la transpiration pulmonaire dans la diminution que lui donnait la balance ; en se pesant ensuite dans l'enveloppe également à de certains intervalles et deux fois de suite, il avait le poids de la transpiration cutanée, en défalquant de la perte totale celle qu'il avait trouvée par la transpiration pulmonaire, et en comparant toujours les poids des alimens et des excrémens avec la perte en effluves invisibles. On n'a point encore cherché dans ces expériences des moyens de connaître la nature du fluide transpiré, et on n'a eu en vue que la détermination de sa quantité. Je dirai ailleurs par quelles ingénieuses machines les mêmes physiciens modernes, Lavoisier et Séguin, ont trouvé le moyen d'analyser avec soin les phénomènes de la respiration.

4. Quoique les résultats obtenus par ces diverses expériences aient entre eux d'assez grandes différences, sans les offrir dans tous leurs détails, comme Haller l'a fait dans son grand ouvrage, il est nécessaire au moins d'en connaître la généralité. Dans les contrées septentrionales, et d'après les expériences de G. Rye, pendant les trois mois d'hiver il sort 4797 onces de transpiration et 3937 d'urine ; pendant les trois de printems 5405 onces de perspiration, et 3558 d'urine ; aux trois mois d'été appartiennent 5719 onces de fluide vaporeux, et 3352 d'urine ; enfin les trois mois d'automne lui ont fourni 4471 de transpiration et 3369 d'urine. Dans un jour d'hiver, il y a, suivant les mêmes expériences, 53 onces de transpiration, 42 onces d'urine ; dans un jour de printems, 60 onces

de transpiration et 40 d'urine ; dans un jour d'été 63 onces de la première, et 37 de la seconde ; enfin dans un jour d'automne, 50 onces de transpiration et 37 d'urine.

Suivant les résultats de Kiel, il y a 31 onces de transpiration et 38 d'urine ; en sorte que celle-ci surpasse la première.

Dodart avait trouvé que le rapport de la transpiration aux excrémens solides était :: 7 : 1, et à tous les excrémens sensibles en général :: 15 : 12. Le terme moyen de la transpiration en France était, suivant lui, d'une once par heure.

Robinson estimait, d'après les expériences, que dans la jeunesse la transpiration était à l'urine :: 1340 : 1000 ; et chez les vieillards :: 967 : 1000.

Hartman a eu, dans des essais analogues, le résultat suivant ; sur 80 parties (onces) d'alimens 35 s'échappent par la transpiration, 28 par l'urine, et 7 par les excrémens solides. Suivant Gorter, la proportion de ces rapports est telle, que sur 91 parties d'alimens 49 parties passent par la peau, 36 par les urines, et 8 dans les excrémens solides. On voit donc qu'il y a des différences entre les résultats de toutes ces expériences, faites dans les pays froids.

5. Les recherches sur la transpiration des pays chauds offrent presque autant d'incertitudes et de différences, quoique les expériences moins nombreuses présentent des résultats plus faciles à accorder. C'est spécialement à Sanctorius qu'on les doit. Il les a faites pendant près de trente ans à Venise, dont l'air est chaud et humide. Sa conclusion générale est que de huit livres d'alimens pris en vingt-quatre heures, il s'en dissipe cinq par la transpiration, et il en sort trois seulement par l'urine et les excrémens. Elle s'accorde en cela avec celles des auteurs précédens, qui appartiennent à la saison chaude, en ce que la perspiration excède les excrétions sensibles. Arbuthnot les a confirmées en été dans l'Angleterre. Linings, qui les a répétées dans la Caroline du sud, a également trouvé qu'en été la quantité de la transpiration l'emportait sur celle des excrémens

sensibles. Beaucoup de modernes ayant jeté du doute sur les résultats de Sanctorius, ont pensé qu'ils étaient manifestement portés trop haut. Haller conclut, de toutes les expériences faites par les différens physiciens cités, comparées entre elles, qu'il est douteux que la transpiration excède par sa quantité celle de l'urine, si l'on prend le terme moyen de tous les résultats qu'ils ont obtenus, et que toutes diffèrent sur-tout de celles de Sanctorius par des quantités beaucoup plus petites.

6. On va voir par les résultats dus aux dernières expériences de Lavoisier et Séguin, qu'ils ont souvent observé des phénomènes analogues à ceux déja indiqués; mais qu'ils en ont aussi vu quelques-uns de nouveaux et de différens. Voici les inductions qu'ils ont tirées de leurs recherches.

a. Toutes les vingt-quatre heures on revient au même poids quand on se porte bien et quand on n'engraisse pas.

b. Les mauvaises digestions retardent la transpiration. On augmente de poids pendant quatre jours, le cinquième communément on revient au poids primitif. Quelquefois l'équilibre est rétabli par l'augmentation des excrémens plutôt que par celle de la transpiration.

c. Les boissons seules et non les alimens solides augmentent la transpiration.

d. La transpiration est à son *minimum* au moment du repas et immédiatement après : elle atteint son *maximum* pendant la digestion.

e. Le *maximum* est de trente-deux grains par minute ou de vingt-cinq hectogrammes en vingt-quatre heures ; le *minimum* est de 11 grains par minute.

f. La transpiration est en raison composée de la force des vaisseaux exhalans et de la qualité dissolvante de l'air.

g. La transpiration pulmonaire est plus considérable relativement à la surface des poumons que la transpiration cutanée par rapport à la surface de la peau. Elle est encore plus forte dans l'hiver en raison de la nécessité d'entretenir la température du corps à trente-deux degrés.

7. Quoique la proportion de la transpiration soit un des objets les plus importans pour la physique animale et pour l'art de guérir, il en est un second aussi important encore et qui est plus du ressort de la chimie : c'est la connaissance de la matière qui sort ainsi des pores de la peau. Il n'y a encore que peu de recherches sur cette partie, et c'est une de celles dont on s'est encore le moins occupé. Haller comptait pour les matériaux de cette évacuation, l'eau réduite en vapeur souvent visible. Tackenius l'a le premier recueillie en enveloppant son bras dans une toile huilée, mais il n'en a point examiné la nature. Bonnet, Bellini, Winslow, se sont assurés de sa sortie. Lister, en tenant son bras plongé dans un verre refroidi, en a obtenu une eau salée. Kaw et Gorter ont spécialement insisté sur l'eau que le contact de la peau dépose à la surface des glaces, et ont remarqué que l'air la dissolvait promptement. A ce premier corps, à cette eau vaporeuse accompagnée de quelques sels, Haller ajoutait la matière électrique dont il croyait prouver l'éjection par les étincelles, l'odeur, la décrépitation qu'on a tant de fois observées dans les vêtemens au moment où on les a ôtés du corps, dans les frictions faites sur les poils de chats ; mais il est évident qu'il confondait ici les effets électriques produits par la friction avec un prétendu effluve électrique que rien ne prouve avoir lieu. Le même physiologiste rangeait encore parmi les élémens de la transpiration,

a. Des parties volatiles fétides qu'il disait être les plus épaisses et auxquelles il attribuait les traces suivies par les animaux chasseurs ;

b. Des particules de la boisson et des alimens, prouvées par l'odeur. Il rappelle à cette occasion le résultat obtenu par G. Rye ; savoir, que de deux livres quatre onces d'aliment, quatre onces seulement sortaient par les excrémens, et deux livres par la peau.

8. Les nouvelles données de la chimie et un examen plus

approfondi de la transpiration y ont fait découvrir quelque chose de plus que ce qu'avait admis l'illustre Haller. Il n'est pas vrai qu'il sort par la peau, comme l'ont voulu quelques modernes, des fluides élastiques, et notamment du gaz acide carbonique ; mais il y a lieu de croire qu'à la surface la plus proche de la peau, que dans ses cavités immédiates il se dégage et il brûle une portion de carbone ; peut-être même une certaine quantité d'hidrogène carboné s'exhale-t-il par ses pores, et éprouve-t-il une combustion lente. On le croirait sur-tout en voyant que la peau, exposée immédiatement à l'air et non couverte de vêtemens, prend une couleur fauve ou brune qui semble annoncer la fixation d'une plus grande quantité de carbone ; peut-être même est-ce phénomène très-exalté chez les Nègres, qui colore leur tissu muqueux et la surface interne de leur épiderme. On sait qu'ils n'apportent point cette couleur en naissant, et qu'elle se forme ou au moins se fonce considérablement par les progrès de l'âge.

Il n'y a nul doute qu'il sorte de l'eau toute formée par la peau et qu'elle constitue la plus grande partie de la vapeur perspiratoire. Le citoyen Berthollet y a quelquefois trouvé un acide, et il y a même reconnu l'acide phosphorique. Si cet acide sortait régulièrement et constamment, il faudrait qu'il s'amassât sur la peau, car il n'est pas volatil même à l'aide de l'eau vaporisée.

9. On a cru la matière de la sueur analogue à la transpiration ; on a pensé qu'elle n'en différait que parce qu'elle ne sortait pas sous la forme de vapeur, et ne se dissolvait dans l'air que bien plus lentement ; et quoique quelques physiologistes aient imaginé que la sueur était une autre substance et qu'elle avait même des organes particuliers, le plus grand nombre des physiciens admet cependant une identité de nature entre ces deux humeurs excrémentitielles. On sait que la sueur est une eau salée, un peu visqueuse, dans laquelle Lewenhoëck avait décrit des globules, qu'on a peu soumise

à l'analyse ; mais que Raymond, Bohnius, Lister et Tackenius ont cru semblable à l'urine. D'après quelques essais, Petit l'a trouvée alcaline et verdissant la couleur des violettes. Souvent elle a une odeur aigre, et elle rougit les papiers bleus. On l'a vue tacher le linge en jaune, en vert, en bleu, en noir ; on sait qu'elle a des odeurs très-variées, mais en général âcres et désagréables ; qu'elle se charge quelquefois de celle des alimens ; qu'elle est très-odorante et même fétide dans les animaux en chaleur ; qu'elle est quelquefois accompagnée de graisse, de sang, de bile ; qu'elle s'épaissit sur la peau et y laisse une espèce de résidu jaunâtre ou brun ; qu'elle y dépose quelquefois des concrétions sableuses, des cristaux salins que Haller dit avoir vus sur la peau des verriers ; qu'elle forme sur la peau du cheval un enduit concret blanc ou jaunâtre que nous avons reconnu, le citoyen Vauquelin et moi, pour de véritable phosphate de chaux, détaché et enlevé en petites écailles par l'action de l'étrille ; que sa quantité varie extrêmement depuis quelques décigrammes seulement jusqu'à un kilogramme et demi. Cardan porte jusqu'à quatre kilogrammes et un quart la quantité de sueur rendue par un malade qui subissait le traitement mercuriel. La continuité de la sueur est toujours une maladie grave par la perte qu'elle fait faire et par l'affaiblissement qu'elle fait naître. On ne croit plus avec Lewenhoëck que quinze gouttelettes de transpiration insensible forment une goutte de sueur, mais bien que la sueur est le produit de l'accumulation des molécules de transpiration que l'air ne peut pas enlever.

10. Tous les anatomistes sont aujourd'hui d'accord sur les organes qui exhalent la transpiration. Ils pensent qu'elle sort par les extrémités d'artérioles excessivement nombreuses qui s'ouvrent sous la peau, et qui ne laissent passer, en raison de leur extrême ténuité, que la partie la plus légère du liquide qu'ils contiennent. Ils sont convaincus que ce n'est pas des

vaisseaux lymphatiques qu'elle sort, et que leur fonction est opposée à celle d'exhaler. On observera cependant que puisque Haller et les physiologistes qui l'ont suivi, tout en admettant la transpiration sortant par les extrémités artérielles cutanées, supposent que ces artérioles ne charient plus qu'un liquide blanc et aqueux : ils admettent véritablement un second ordre de vaisseaux qui terminent les artères, et que ce sont là les véritables vaisseaux blancs de Boerhaave. Au reste, les injections fortement poussées par les troncs artériels sortent quelquefois, quoique difficilement, par les pores cutanés ou se répandent sous l'épiderme ; de sorte que si les liquides injectés étaient assez ténus, assez chauds et continuellement poussés, ils donneraient vraiment naissance à une transpiration artificielle.

11. Un genre de considérations qui a presque été jusqu'ici étranger aux physiologistes, qui avait échappé presque entièrement à la sagacité de Sanctorius, dont l'illustre Haller lui-même ne dit absolument rien dans les longs détails qu'il donne sur la transpiration, que Kaw, dans son Ouvrage sur la perspiration, a également passé sous silence, et que la chimie moderne seule a presque totalement tiré du néant, c'est l'influence de l'air dans l'exercice de cette fonction. Elle est telle que la transpiration ne peut point avoir lieu sans son contact, qu'elle y contribue immédiatement, qu'elle en détermine la proportion, qu'elle l'augmente, la diminue, l'élève à son *maximum* ou l'abaisse à son *minimum;* qu'on doit dire en ce moment, comme l'ont les premiers exposé avec clarté Lavoisier et Séguin, que la transpiration est en raison composée de la vîtesse communiquée au fluide transpirant par les vaisseaux qui le portent à la peau, et de la puissance avec laquelle l'air le dissout. On reconnaît l'existence de cette propriété dissolvante de l'air, en considérant avec attention ce qui se passe à l'extrémité des doigts ; on y voit, sur-tout l'été, sortir des gouttelettes liquides par les pores qui tapis-

sent le fond des sillons elliptiques creusés dans cette région, et ces gouttelettes disparaître bientôt dans l'air, et se renouveler continuellement pour être de suite enlevées et évaporées par l'air. La fumée sortie du poumon, de la tête, des mains tirées hors du lit, et qu'on voit s'élever en torrens vaporeux dans l'atmosphère, n'est que le passage de la transpiration liquide à l'état fluide élastique que lui donne bientôt l'air : il faut donc pour que la transpiration ait lieu que l'air la dissolve à mesure qu'elle sort des pores cutanés. Cette dissolution est accompagnée d'un refroidissement que tous les hommes éprouvent, et qui tempère la chaleur à laquelle leur corps est élevé dans quelques circonstances.

12. Il doit être bien évident, d'après cette notion exacte, que, supposé les conditions de la transpiration égales de la part du corps qui transpire, par rapport à la température, au mouvement de la respiration et du sang, à la quantité de la matière transpirable, si la qualité dissolvante de l'air vient à varier, il doit s'ensuivre des variations dans l'exercice de cette fonction. Cette donnée peut non seulement ajouter beaucoup de clarté aux observations de Sanctorius, de Kiel, de Gorter, de G. Rye, etc., mais elle doit encore apporter de grandes modifications aux idées qu'on a répandues sur la transpiration : elle peut même changer une partie des notions regardées comme exactes jusqu'aujourd'hui, et renouveler sous ce point de vue la face de l'art de guérir. Il manque à cet égard une suite d'expériences qu'il est bien nécessaire de tenter en ce moment ; mais, malgré cette lacune, il y a quelques principes certains qui sont capables de jeter un nouveau jour sur la cause et la nature des maladies, qui peuvent sur-tout détruire des erreurs accréditées depuis longtemps. On conçoit, d'après ce qui vient d'être dit, que si l'air est peu chargé d'humidité, s'il est d'une température un peu élevée au-dessus de quinze degrés par exemple, s'il se renouvelle souvent à la surface de la peau à raison de son agi-

tation ou de ses courans, il réunit alors toutes les conditions nécessaires à sa qualité dissolvante ; il doit enlever beaucoup d'eau à la peau, et la transpiration doit être la plus accélérée et la plus abondante possible. Si, au contraire, l'air est chaud et humide, s'il est chargé d'eau au point d'en laisser précipiter, il ne doit rien ou presque rien enlever à la peau, et la transpiration doit diminuer considérablement ou s'arrêter complétement. Ce phénomène arrive souvent en été, et s'il succède au précédent, la peau qui ne perd plus rien se couvre de sueur, se ramollit, et le corps devient plus lourd.

13. Il suit de ces premiers principes que lorsque l'air de l'hiver, quoique très-bas dans sa température à 10 ou 15 degrés — 0, est extrêmement sec, dense et agité, à mesure qu'il touche la peau il lui enlève beaucoup de calorique, il s'échauffe à sa surface, il devient un dissolvant d'eau doublement actif par son état sec et par son élévation de température : il enlève donc d'autant plus de transpiration qu'il est plus renouvelé, mu avec plus de vîtesse. Aussi dans un hiver froid, sec et venteux, cet état si dissolvant de l'air, sensible même à la manière dont il évapore et dessèche la terre, les pavés, les surfaces des bâtimens, vaporise et emporte tant d'eau à la peau qu'elle se dessèche, se fendille, se gerce, s'enlève en écaille ; que le corps fait une très-grande perte ; qu'en raison du besoin de réparation, les forces digestives et l'appétit croissent rapidement dans les sujets sains et robustes ; que l'urine est épaisse et trouble ; que les humeurs s'épaississent et deviennent visqueuses, disposées à l'inflammation. Telle est la source des rhumes, des fluxions de poitrine, des pleurésies, des fièvres inflammatoires, dues, comme on voit, à la lenteur, à l'épaississement, à la viscosité contractée par les liquides, beaucoup plutôt qu'à une transpiration supprimée, comme on l'a cru et dit si généralement jusqu'ici. On peut croire d'après cela que dans un froid sec et

accompagné de vent la transpiration est la plus abondante possible, qu'elle excède très-sensiblement celle de l'été ; et parmi les expériences dénommées, sur-tout celles de G. Rye, de Robinson et de Gorter, on trouve, en les lisant avec attention, des résultats favorables à l'opinion que je présente.

14. On voit encore, d'après cette théorie fondée sur des faits bien prouvés et sur des notions plus précises que celles qui avaient été suivies jusqu'ici, que le contact de l'eau froide recouvrant la peau doit empêcher la transpiration ; que le bain ne peut l'augmenter ou l'entretenir, ou même en laisser subsister une partie qu'autant que par sa chaleur plus ou moins élevée, il augmente les pulsations du cœur et la force qui pousse les liquides au dehors du corps ; que souvent elle serait nulle ou fort ralentie chez les sujets plongés dans un bain tiède ou froid, si la portion de leur corps qui est hors de l'eau, si la surface pulmonaire ne transpirait pas dans une proportion croissante ; que leur corps serait fort augmenté de poids, si une excrétion plus abondante d'urine ne remplaçait pas l'eau retenue à la surface de la peau mouillée. On voit aussi pourquoi un taffetas gommé ou ciré, dont une partie du corps est couverte, se remplit d'eau et arrête bientôt la transpiration. On reconnaît encore l'usage de la ventilation qui diminue la chaleur et la sueur en renouvelant l'air dissolvant autour du corps. On conçoit que les sujets enveloppés dans des couvertures doivent avoir la peau moite, couverte d'eau, sans pour cela transpirer véritablement, puisqu'ils manquent du contact de l'air, agent indispensable de la transpiration ; et lorsque les médecins conseillent le séjour d'un lit chaud et l'application des couvertures pour faire suer les malades, le bien qu'ils leur procurent par là est presque toujours la rétention de l'eau transpiratoire que l'air leur aurait enlevée, beaucoup plutôt que la sortie d'une plus grande quantité de ce liquide. On doit même penser que ce moyen de médication ne mûrit les rhumes qu'en retenant en

effet l'eau dans le corps, et en favorisant ainsi le délaiement des portions de liquides épaissis, et leur séparation plus facile des parois des canaux, où elles étaient comme attachées par leur épaississement glutineux et tenace. Il suffit d'avoir énoncé les bases de ces vérités nouvelles pour faire sentir de quelles fécondes applications elles sont susceptibles pour la connaissance des causes de plusieurs maladies et la recherche des moyens de les combattre, appuyée par des expériences directes; elles deviendront une des bases du nouveau monument que la chimie doit bientôt élever à l'art de guérir.

15. Depuis long-temps les médecins ont reconnu une analogie frappante et des rapports remarquables entre l'urine et la transpiration; ils ont observé que l'une de ces évacuations remplace souvent l'autre, et qu'elles sont sans cesse dans un équilibre toujours entretenu quand le corps de l'homme est sain et vigoureux. En effet, lorsque la transpiration est diminuée ou supprimée, sur-tout par la nature non dissolvante ou peu dissolvante de l'air, l'urine coule en plus grande abondance, et il semble qu'un chemin direct soit ouvert entre les pores cutanés et les tubes des reins. Il y a même des anatomistes qui admettent, en raison de la rapidité et de la grandeur de cet effet, une autre route que celle des reins pour conduire l'humeur de la transpiration dans la vessie. Quelques modernes font jouer ce rôle au système des vaisseaux absorbans ou lymphatiques, sans cependant avoir prouvé encore leur communication immédiate entre la peau et la vessie. Mais ce n'est point là l'aspect sous lequel je dois considérer ici l'analyse de ces deux évacuations; la nature seule des liquides qui les forment doit spécialement m'occuper. J'ai déja fait remarquer que quelques physiologistes ont trouvé une identité réelle entre la matière de la transpiration et celle de l'urine, et que la seule différence qu'ils aient annoncée entre elles consistait dans la plus grande quantité d'eau que chariait la première, et l'âcreté saline moindre qui la

caractérisait. Je dois ajouter que quelques-unes de nos expériences récentes confirment cette idée ; et qu'après avoir reconnu, le citoyen Vauquelin et moi, une matière urinaire particulière, que je décrirai ailleurs sous le nom d'*urée*, existant constamment dans toutes les urines des divers animaux que nous avons pu examiner jusqu'ici, nous l'avons retrouvée dans le résidu de la transpiration du cheval, après l'évaporation de cette humeur. J'observerai encore que le citoyen Berthollet a indiqué une transpiration acide comme l'est l'urine, et par conséquent que la chimie a ses moyens de déterminer cette analogie, annoncée depuis si long-temps par l'expérience des médecins.

16. En décrivant les usageses divers de la transpiration, les physiologistes y trouvent le ramollissement de la peau et de l'épiderme, ainsi qu'une évacuation excrémentitielle qui emporte hors du corps des matières dont l'abondance et l'âcreté pourraient nuire également : ils appuient cette dernière opinion sur la naissance des maladies nombreuses qu'on a coutume d'attribuer à la transpiration diminuée, retenue, repoussée ou supprimée. Galien, après Asclépiade, a beaucoup insisté sur cet usage de la transpiration, adopté, comme on voit, dans les anciennes écoles de médecine de la Grèce. Sanctorius l'a poussée si loin, qu'il a prétendu que tant que cette fonction était régulière, il n'y avait aucune maladie à craindre. Beaucoup de médecins ont cru que la transpiration, diminuée chez les vieillards, était la véritable source de la goutte et des rhumatismes si communs à cet âge.

Cependant quelques physiciens ont jeté du doute sur cet usage de la transpiration ; ils ont voulu que cette évacuation pût être diminuée ou même supprimée sans nuire aux individus : ils ont cité l'exemple des peuples qui se couvrent la peau de graisse et d'huile, et qui, au lieu de souffrir de cet enduit qui intercepte la transpiration, y puisent le moyen d'augmenter leurs forces. Bacon a même soupçonné dans cette

occlusion artificielle des pores de la peau une méthode de prolonger la vie et de ralentir les effets de la vieillesse. Il est vrai qu'en citant la prétendue suppression de la transpiration pendant l'hiver sans production de maladie, les partisans de cette opinion ont commis une grande erreur, puisqu'il paraît, au contraire, que dans le cas cité, No. 13, cette évacuation est très-considérable. On peut croire que dans les exemples cités par les auteurs, une autre excrétion, celle des urines, celle de la transpiration pulmonaire, celle des cavités intérieures, augmentent dans la même proportion que celle de la peau diminue, et la remplacent.

17. Les physiciens modernes ont ajouté plusieurs notions nouvelles sur les usages de la transpiration, en la présentant comme une évaporation abondante d'eau à la surface du corps : ils y ont vu un moyen d'absorber la quantité trop grande de calorique qui s'en dégage, de régulariser et de tenir à un terme constant sa température, d'évacuer ainsi l'excès de calorique qui se développe, soit dans le poumon par la respiration, soit dans la circulation même par la fixation de l'oxigène qui paraît s'y continuer et suivre sa combinaison intime. Ils voient donc cette fonction dans des rapports non interrompus avec la respiration comme le régulateur de l'échauffement animal : ils expliquent ainsi comment, lorsque cet échauffement augmente par une cause quelconque, la transpiration, devenue tout-à-coup plus abondante, travaille à le modérer et à le rappeler à son équilibre primitif. Peut-être peut-on encore pousser plus loin les phénomènes de la fonction transpiratoire, la voir comme la sortie de l'eau qui se forme dans le trajet des artères par une combustion lente, mais continuelle, de l'hidrogène sanguin avec l'oxigène absorbé dans la respiration, ainsi que cela a lieu dans les vésicules pulmonaires. Cette eau entraîne avec elle une partie des solides et des fluides animaux en vapeur; et en évacuant ainsi la partie trop animalisée et usée, en quelque sorte, des or-

ganes, contribue-t-elle à provoquer leur renouvellement. Au reste, ces idées méritent d'être méditées et appuyées par des expériences faites, comme on le pressent, avec plus d'exactitude et sous l'influence de vues plus étendues que celles qui ont illustré Sanctorius, Dodart, Kiel, B. Robinson, G. Rye, Linings, Gorter, etc.

18. Il suinte perpétuellement dans les cavités intérieures du corps, dans tous les viscères creux, dans la dure-mère, les ventricules du cerveau, la plèvre, les médiastins, le péricarde, le péritoine, etc., une humeur qui lubréfie leurs surfaces, que les physiologistes ont présentée comme une vapeur humide, un *halitus* intérieur, une sorte de transpiration interne, dont des observations nombreuses ont prouvé l'existence. Haller en a fait une mention expresse dans sa grande Physiologie. Bordeu la regardait comme un torrent vaporeux qui parcourait non seulement les cavités membraneuses internes, mais encore toutes les cellules du tissu muqueux, et il se représentait le corps comme formé de ballons celluleux, tous ouverts, tous communiquant les uns dans les autres, resserrés seulement d'espace en espace. Mais ces idées ingénieuses dans leur temps doivent être modifiées par la connaissance du système lymphatique ou absorbant, et il ne faut pas confondre l'humeur dont je parle ici avec celle qui remplit les vaisseaux absorbans, et qui y suit constamment une route déterminée.

19. L'humeur des cavités intérieures suinte par l'extrémité des artères, comme le prouvent les injections, et cependant elle diffère de celle qui s'exhale par la peau; elle est beaucoup moins aqueuse, et chargée de plus de matières fixes qu'elle. On concevra bien la cause de cette différence, si l'on considère que la transpiration n'est formée que par la substance qui peut se volatiliser et se dissoudre dans l'air, tandis que l'humeur des cavités intérieures n'est ni une vapeur ni une dissolution gazeuse, mais bien un liquide coulant par l'effet de la

circulation et du mouvement du sang. A mesure qu'elle suinte ainsi de la face interne des membranes qu'elle arrose, elle est repompée par les bouches des vaisseaux absorbans ; de sorte qu'elle ne s'amasse jamais assez pour distendre ces membranes : elle n'y forme jamais qu'un léger enduit muqueux qui en sépare et en lubréfie les surfaces, tant que les animaux sont sains et robustes.

20. On reconnaît l'état visqueux, mucilagineux, gluant et collant de ce liquide, en portant le doigt dans ces cavités intérieures et sur les surfaces membraneuses, soit dans les animaux vivans, soit après leur mort. On trouve par le seul effet du tact que cette humeur est vraiment une dissolution albumineuse et gélatineuse, analogue au serum. Ce n'est que par ces simples expériences qu'on peut estimer sa nature ; car elle n'est pas assez abondante dans l'état naturel et sain pour pouvoir être recueillie et examinée par les procédés chimiques. Il arrive cependant quelquefois que ce serum lubréfiant s'amasse dans les cavités viscérales ; cela a lieu toutes les fois que le système des vaisseaux absorbans a une fonction languissante, ou que son énergie ne suffit pas pour reprendre par la succion la quantité de liquide qui découle des extrémités artérielles. Alors il y a hydropisie ; et le liquide qui la forme, tiré par la ponction, devient assez abondant pour être soumis à l'analyse : de sorte qu'il est permis alors de connaître la nature de l'humeur interne.

21. Rouelle le cadet a examiné le premier ce qu'on nomme l'*eau des hydropiques.* Celle de l'ascite dont il s'est servi lui a donné tous les caractères du serum du sang. J'ai fait l'analyse de cette liqueur, prise dans diverses espèces d'hydropisie de poitrine, du péricarde, de l'ovaire, dans l'ascite, etc. et j'y ai constamment trouvé les mêmes caractères. Cette liqueur est ordinairement visqueuse, collante, jaunâtre, d'une saveur douceâtre et un peu salée, chargée de flocons plus ou moins abondans et volumineux, d'un gris jaunâtre. Elle se coagule

par le feu, par les acides, par l'alcool; elle précipite par les sels calcaires et métalliques; elle verdit le sirop de violettes : les flocons qui y nagent sont de l'albumine coagulée; quoiqu'ordinairement fraîche et inaltérée dans les cavités hydropiques, elle se pourrit promptement par le contact de l'air. Quand on la chauffe, elle donne des masses coagulées, poreuses, légères, d'un jaune de soufre, d'une consistance tremblante; il reste un liquide légèrement jaunâtre qui ne se coagule point. Etendue d'eau et chauffée, elle forme une liqueur laiteuse non coagulable; elle donne à sa surface, par les progrès de l'action du feu, une pellicule jaune, épaisse comme le lait. L'eau bouillante attaque et dissout la matière coagulée par le feu : de sorte qu'elle présente alors l'apparence d'une substance gélatineuse. Cependant on ne peut point obtenir de véritable gelée de cette liqueur, quoique fortement évaporée et ensuite refroidie; on sépare des pellicules de sa surface, depuis le commencement jusqu'à la fin et dans toute la continuité de cette évaporation. La matière albumineuse n'y est donc pas dans l'état véritable de gélatine.

22. On montre aussi par divers procédés du soufre et des phosphates dans la liqueur des hydropiques. Le premier se fait sentir à l'odeur fétide qu'exhale cette liqueur coagulée, par la coloration que sa vapeur donne à l'argent, par l'acide sulfurique qu'y forme l'acide muriatique oxigéné, et qu'on reconnaît à l'aide du muriate de barite. Quant aux phosphates, l'eau de chaux, les dissolutions de barite et de strontiane, versées dans l'eau des hydropiques, y produisent des précipités qu'il est aisé de reconnaître en effet pour des phosphates, en raison de leur indissolubilité et de la manière dont ils se comportent au feu. La dissolution nitrique de mercure y forme aussi un précipité couleur de chair. Le charbon de l'eau des hydropiques évaporée à siccité et brûlée dans un creuset, donne quelques traces de phosphate calcaire, mais moins abondant que presque tous les charbons des autres matières

animales. Il est inutile d'ajouter que distillé, le coagulum donné par cette eau chauffée offre les mêmes produits que ceux dont j'ai parlé dans l'histoire du serum.

23. Il ne faut pas confondre avec l'eau des surfaces intérieures des membranes la liqueur filante et muqueuse qui tapisse les parois des viscères creux, des canaux communiquant avec l'extérieur du corps, ouverts dans l'air, et se plongeant dans l'intérieur des cavités animales, comme l'œsophage, la trachée-artère, les intestins, l'urètre, la vulve, etc. Le mucus, destiné à lubréfier ces parties, et à en prévenir la sécheresse, la rigidité, est d'une autre nature que la matière de la transpiration, quoiqu'elle sorte, comme elle, à la surface de la portion délicate et mince de l'épiderme qui revêt ces canaux, et que l'on nomme *epithelium*. Au lieu d'être évaporable comme la transpiration, il contient une sorte d'albumine gélatineuse, peu desséchable, plutôt déliquescente, que l'air n'épaissit qu'avec peine, et qui entretient la souplesse, la mollesse, la mobilité des parois des canaux où il est déposé. Il semble être d'une composition entièrement opposée à celle de l'humeur transpiratoire, autant susceptible de conserver sa viscosité, sa lenteur douce et comme onctueuse, que l'autre est susceptible de se volatiliser et de se dissoudre dans l'air. Aussi remplit-il une fonction entièrement différente, puisqu'il entretient la mollesse et la chaleur des surfaces, tandis que l'autre tend à les sécher et à les refroidir.

ARTICLE VI.

De la synovie.

1. La synovie est une humeur onctueuse, destinée à lubréfier les cavités articulaires, et à faciliter le mouvement des têtes des os les unes sur les autres. Clopthon-Havers est le premier anatomiste qui ait décrit des glandes particulières placées dans les articulations, comme la source de cette humeur; mais quelques physiologistes modernes doutent aujourd'hui que ce soit la véritable origine de la synovie. Voici sur quelles raisons se fonde spécialement le citoyen Xav. Bichat, qui a donné dans le second volume des Mémoires de la société médicale d'émulation de Paris, une très-bonne dissertation sur la membrane qui renferme cette liqueur. Toutes les articulations ne contiennent pas les glandes prétendues synoviales décrites par Clopthon-Havers. Les capsules muqueuses des tendons qui facilitent le glissement de ces parties par la présence de la même humeur que contient leur cavité, n'ont point ordinairement de glandes de cette nature. Ces corps, pris pour des glandes par Clopthon-Havers, ne sont que du tissu cellulaire soutenant des vaisseaux sanguins réunis en pelotons rougeâtres; on les déplie en membranes flottantes; ils ne se tuméfient point, et ne s'endurcissent pas comme le font les véritables glandes, et leur prétendue nature glanduleuse disparaît sous le scalpel ou par les autres procédés anatomiques : d'ailleurs ces paquets grenus, ces pelotons cellulaires sont au-dehors des membranes synoviales.

2. Le même anatomiste ne s'est pas borné à combattre l'opinion de Clopthon-Havers sur les glandes synoviales et sur la source de la synovie; il a réuni un grand nombre de faits et de raisonnemens pour prouver que cette humeur avait une autre origine, et pour trouver d'où elle provenait. Pour cela,

il a décrit avec beaucoup plus d'exactitude et de précision qu'on ne l'avait fait avant lui, la membrane dans laquelle la synovie s'exhale, reste quelque temps contenue, et est absorbée de manière à se renouveler perpétuellement. Suivant ses recherches, cette membrane qu'il nomme *synoviale*, et qui est renfermée dans toutes les articulations, est une poche, une espèce de sac sans ouverture, replié sur lui-même, de la nature des membranes séreuses, analogues à la plèvre, au péricarde, mince, transparente, distincte de la capsule articulaire, à la face interne de laquelle elle adhère, s'en détachant au-dessous des têtes des os, laissant une portion de ceux-ci à nu, passant sur les cartilages articulaires qu'elle revêt, en y adhérant fortement, se repliant sur les ligamens et les cartilages interarticulaires et les pelotons glanduliformes; de sorte que les têtes des os, les capsules articulaires, les ligamens intérieurs des articulations sont au-dehors de cette membrane synoviale. On peut l'étendre et la gonfler par le soufle poussé de l'intérieur des articulations dans les points où les capsules articulaires sont interrompues. C'est cette membrane synoviale, contenue, comme on voit, dans les articulations, en recouvrant toutes les surfaces intérieures, en remplissant la cavité, ayant sa surface intérieure lisse, polie et luisante, sur laquelle s'opère le glissement des os articulés. Le citoyen Bichat croit qu'elle est formée par un entrelacement de vaisseaux exhalans et de vaisseaux absorbans, les premiers apportant la synovie par exhalation, et les seconds l'enlevant à mesure.

3. Fondé sur cette structure, l'anatomiste qui l'a fait connaître, après avoir comparé cette membrane à celles qu'il nomme *séreuses*, c'est-à-dire, à celles qui occupent et revêtent les grandes cavités, tapissent les viscères, et sont des sacs sans ouverture, comme la plèvre, le péricarde, la péritoine, la vaginale, conclut de cette analyse qu'il sort perpétuellement de la surface intérieure de cette capsule interne des articulations un liquide gluant et visqueux, comme de celles des autres membranes

séreuses, et que cette humeur est ce qu'on nomme ici la *synovie*. Pour confirmer sa nature égale à l'humeur lubréfiante de toutes les autres cavités des membranes séreuses, il en suit les analogies sous quatre rapports généraux : 1°. sa nature est semblable ; elle est comme elle albumineuse, puisque, comme cette dernière, la synovie, d'une consistance visqueuse, est coagulable par le feu, les acides et l'alcool : ce que Clopthon-Havers avait déja remarqué ; 2°. elle remplit les mêmes fonctions que l'humeur des cavités internes, puisque, comme celle-ci, elle sert à rendre ses surfaces lisses, à favoriser le mouvement de ces surfaces internes ; 3°. la synovie présente une analogie également frappante avec cette humeur dans les maladies auxquelles elle est sujette : en effet on voit naître par son épaississement des adhérences entre les surfaces des capsules synoviales, comme entre la plèvre, le péritoine et les viscères qu'elles enveloppent ; on trouve aussi des collections hydropiques de la synovie, comme il y en a de l'humeur des autres membranes ; 4°. enfin l'humeur synoviale est absorbée par des vaisseaux lymphatiques, et renouvelée par la rosée toujours renaissante qui suinte dans l'intérieur des membranes ou capsules synoviales, comme l'humeur des autres cavités internes.

4. Cependant le citoyen Bichat reconnaît une différence entre l'appareil des capsules synoviales, ainsi que la formation de la synovie, et la structure des vaisseaux des membranes séreuses ordinaires. Il observe que le système absorbant des membranes synoviales doit différer de celui des autres absorbans placés dans les autres parties du corps, puisque dans la leucophlegmatie les absorbans souscutanés sont par-tout engorgés, tandis que cet engorgement n'a pas lieu dans les articulations. Mais cette observation ne suffit pas pour établir une différence entre les deux systêmes, et s'explique par la diversité des couches des absorbans ; car on sait que les absorbans superficiels ou souscutanés forment un systême, sinon totalement indépendant des lymphatiques profonds, au moins

assez isolé de ceux-ci pour ne pas participer constamment aux mêmes affections qu'eux. Je suis beaucoup plus frappé d'une différence infiniment plus importante entre la synovie et l'humeur des cavités internes ; celle de la quantité et des propriétés physiques qui distinguent assez éminemment l'une de l'autre ces deux liqueurs. Jamais la dernière n'est assez abondante pour couler à l'ouverture des membranes, ni épaisse et filante, comme on le voit pour la synovie : aussi, quand celle-ci s'épaissit, elle fait naître des ankiloses ou des soudures solides des articulations, tandis que l'humeur des cavités membraneuses ne forme que des brides muqueuses, tenaces et floconeuses.

5. J'ai déja dit que la synovie était un liquide onctueux : sa viscosité est telle qu'on l'a comparée autrefois à une huile, et presqu'à ces matières grasses dont on se sert pour adoucir le mouvement des rouages. Ce seul caractère, que tous les anatomistes ont donné à la synovie, suffirait pour la distinguer de l'humeur des cavités intérieures, quoique l'expression dont on s'est servi pour le rendre soit absolument impropre. Elle est en quantité suffisante pour qu'on puisse facilement la recueillir à l'ouverture des capsules synoviales, qui la recèlent dans les articulations des gros animaux : elle est ou transparente, ou légèrement louche, un peu verdâtre, d'une consistance analogue à celle du blanc d'œuf, d'une saveur douceâtre et un peu salée, d'une odeur animale fade, analogue à celle du frai de grenouille. Sa pesanteur est plus grande que celle de l'eau distillée. Les physiologistes n'ont donné jusqu'à présent qu'une notion très-imparfaite et très-générale de cette liqueur. Aucun n'en a fait une véritable analyse chimique. Le citoyen Margueron, pharmacien de la maison des Invalides de Paris, a lu en juin 1792, à l'Académie des sciences, un examen chimique de la synovie, et c'est le seul travail fait avec quelque soin que je connaisse. En exposant ici les résultats de ses expériences, j'y joindrai quelques réflexions sur la

nécessité de le reprendre et de revoir quelques faits qui méritent toute l'attention des physiciens.

6. Le citoyen Margueron s'est procuré assez facilement de la synovie de bœuf dans une boucherie où l'on en abattait tous les jours plusieurs. Cette liqueur prend une consistance gélatineuse quelque temps après avoir été extraite des articulations, à froid comme à une douce chaleur, dans des vases fermés comme dans des vaisseaux ouverts : cette consistance n'y dure pas long-temps ; elle perd même bientôt sa première viscosité naturelle, et dépose une matière filandreuse ; elle offre quelques différences dans son analyse, d'après ces divers états ; en la filtrant au sortir des articulations, elle conserve néanmoins toutes ses propriétés. Une couche mince de synovie, exposée à un air sec, dans un vaisseau plat, se dessèche en un réseau écailleux où l'on remarque deux matières salines : l'une en cubes, et c'est du muriate de soude ; l'autre effleurie et très-reconnaissable pour du carbonate de soude : aussi la synovie fraîche verdit-elle le sirop de violette. Dans un air humide, cette liqueur s'altère et pourrit ; en perdant sa viscosité, elle se trouble, exhale une odeur de poisson pourri, se colore en rouge ou en brun, se couvre d'une pellicule, et laisse un résidu mou et fétide, d'où la chaux et les alcalis dégagent beaucoup d'ammoniaque. Distillée à la cornue, la synovie a fourni au citoyen Margueron une eau très-altérable, chargée d'ammoniaque ; sur la fin, une huile empyreumatique, du carbonate d'ammoniaque, et un charbon qui contenait du muriate de soude, du carbonate de soude, et du phosphate de chaux.

7. La synovie se mêle facilement à l'eau froide dont elle occupe d'abord le fond, et s'y dissout par l'agitation. L'auteur remarque qu'elle donne à l'eau une fluidité visqueuse très-remarquable, puisqu'elle est fort sensible, même quand on prend six parties d'eau contre une de cette humeur. Le mélange mousse beaucoup par l'agitation : souvent à l'ébullition,

il conserve sa viscosité, prend de l'opacité, un état laiteux, et montre quelques pellicules sur les bords du vase. L'auteur a été tellement frappé de la consistance communiquée à l'eau par la synovie, qu'il a dit qu'aucune autre liqueur animale ne présenterait rien de semblable ; il a cru en avoir trouvé la cause par l'action de l'acide acéteux. L'addition de cet acide au mélange de synovie et d'eau, lui fit perdre sa viscosité, le rendit clair et transparent, et en fit déposer une masse de fibres blanches faciles à séparer de la liqueur par des tubes de verre qui les emportaient d'une seule pièce. La liqueur ainsi éclaircie, mise en évaporation, lui a donné des pellicules albumineuses et ensuite des cristaux de muriate de soude, et de l'acétite de soude en prismes striés. C'est d'après cette expérience que le citoyen Margueron a sans doute admis dans la synovie de l'albumine en deux états, plus épaisse que dans les autres liquides animaux, et capable conséquemment de donner une grande viscosité à l'eau. Je ferai bientôt voir qu'il y a lieu de croire que cette propriété pourrait tenir à une autre cause qui n'a pas pu être même pressentie en 1792, ou qu'au moins elle mérite d'être étudiée sous de nouveaux rapports et avec un nouvel intérêt, puisqu'elle peut répandre un grand jour et sur les fonctions de la synovie et sur ses affections morbifiques.

8. Le citoyen Margueron a traité la synovie par différens acides. L'acide sulfurique concentré y a occasionné, suivant lui, un précipité floconeux, dissoluble promptement dans la liqueur, et qui n'en détruit pas la viscosité ; on voit la même chose avec les acides sulfureux, nitrique, muriatique et acétique. Etendus de douze à quinze fois leur poids d'eau, ces acides troublent la transparence de la synovie sans en détruire la consistance visqueuse ; assez affaiblis néanmoins pour que leur acidité soit à peine sensible, ils font disparaître la viscosité de cette liqueur, la rendent claire et transparente, et en séparent une matière filandreuse, facile à obtenir isolée. L'acide acéteux lui a sur-tout offert ce caractère, et il s'en est

servi pour déterminer ainsi la proportion des parties constituantes de la synovie. 288 parties de cette liqueur extraite du bœuf lui ont aussi donné 34 parties de substance filandreuse, ensuite 13 parties d'albumine en pellicules obtenues par l'évaporation, puis 5 parties de muriate de soude et 3 d'acétite de soude ; de sorte qu'il en a conclu qu'elle contenait 233 parties d'eau.

9. Mais ce qui mérite le plus de fixer notre attention dans ce travail chimique, c'est sans contredit la nature de la matière filandreuse séparée de la synovie par l'addition des acides faibles, sur laquelle le citoyen Margueron a fait quelques expériences particulières. Il l'a considérée avec raison comme une circonstance particulière qui ne se présente dans aucune autre liqueur animale, et qui méritait conséquemment qu'il s'en occupât avec quelque soin. Présumant, d'après les propriétés que cette substance lui présentait, qu'elle ne pouvait être de véritable albumine, quoiqu'il l'ait ensuite désignée dans son résultat d'analyse par le nom d'*albumine sous un état particulier*, il a voulu savoir s'il ne pourrait pas la comparer au corps glutineux de froment. Il l'a examinée sous ce nouveau point de vue, et il assure n'avoir pas remarqué de différence bien sensible dans la couleur, la saveur et l'odeur de ces deux liquides ; leur élasticité et leur adhérence aux doigts étaient les mêmes ; l'eau bouillante donnait une égale consistance à l'une et à l'autre ; les acides et les alcalis concentrés les dissolvaient également. Cependant il a noté des différences entre elles : la matière filandreuse de la synovie se dissout par l'agitation dans l'eau froide ; cette dissolution mousse par le mouvement ; les acides et l'alcool la précipitent en flocons ; le calorique y produit une écume très-blanche et très-raréfiée. Ces différences lui ont même paru assez notables pour l'engager à conclure de son examen que la matière filandreuse de la synovie était de l'albumine dans un état particulier. On reconnaît ici une contradiction trop manifeste entre les diverses assertions de l'auteur,

puisque quelques lignes plus haut il avait dit que si c'eût été de l'albumine, *les mêmes moyens employés pour l'obtenir dans toute autre humeur animale* l'auraient présenté *sous un état bien différent*, pour ne pas reconnaître l'incertitude et l'embarras où il s'est trouvé jeté par les propriétés de cette singulière substance. C'est d'après cela que je soupçonne que cette matière pourrait bien être en effet fort étrangère à l'albumine, et qu'elle mérite d'être examinée de nouveau avec le plus grand soin.

10. La synovie donne des précipités très-sensibles avec l'eau de chaux, ainsi que par les dissolutions alcalines de barite, de potasse, de strontiane, et même par l'ammoniaque. L'acide oxalique y a opéré également une précipitation très-sensible: tous ces effets sont manifestement dus au phosphate de chaux qu'elle contient. Le citoyen Margueron a trouvé des traces très-sensibles de sel dans son charbon; mais il n'a ni déterminé sa proportion, ni reconnu le mode de sa dissolution dans cette liqueur, où il y a lieu de croire cependant qu'il est susceptible de jouer un grand rôle. Les carbonates de potasse et de soude s'unissent très-bien à la synovie sans rien changer à sa viscosité; les alcalis caustiques en suffisante quantité la rendent plus fluide, et dissolvent même la synovie desséchée par le contact de l'air. Ce dernier caractère de dissolubilité de la synovie épaissie par l'évaporation spontanée dans les liqueurs alcalines, semble annoncer d'une manière non douteuse la nature albumineuse de cette humeur; cependant on ne doit pas tirer cette conclusion immédiate; car, outre l'incertitude où l'auteur de cette analyse a été jeté par ses expériences sur la partie fibreuse de la synovie précipitée par les acides faibles, il est bien évident que des matières animales étrangères à l'albumine sont dissolubles dans les alcalis caustiques. D'ailleurs, la facilité même ou l'état complet de cette dissolution bien remarquée par le citoyen Margueron, n'appartient pas au moins dans cette énergie à l'albumine, et semble indiquer une autre matière, notamment un acide; et l'on verra dans

un des articles suivans qu'il y a quelques raisons de soupçonner la présence de l'acide urique dans cette liqueur articulaire.

11. L'alcool précipite la synovie sans faire disparaître sa viscosité. Il en sépare des flocons blancs, indissolubles dans le liquide, et dont le citoyen Margueron n'a point indiqué la nature. La partie albumineuse de la synovie est certainement séparée par ce réactif; mais il est permis de croire que quelqu'autre substance est en même temps précipitée, d'après ce que l'auteur de ce travail a remarqué. En ajoutant au mélange d'alcool et de synovie de l'acide acéteux, la viscosité de ce mélange disparaît; il se sépare, dit-il, une matière semblable à celle qu'il a obtenue de cette liqueur traitée par des acides faibles, et sur la nature albumineuse de laquelle il y a lieu d'élever quelque doute, d'après ce que j'ai exposé ci-dessus. Si cette liqueur contenait de l'acide urique ou quelqu'une de ses combinaisons salines, l'un ou l'autre serait certainement séparé avec une portion d'albumine; les premiers comme peu dissolubles dans l'eau ou point dissolubles dans l'alcool, la seconde comme coagulable par ce réactif. Il est donc bien prouvé par cette considération, ainsi que par toutes celles que j'ai réunies dans les numéros précédens, que l'analyse de la synovie appelle encore des recherches ultérieures, et promet des découvertes utiles aux chimistes qui voudront s'en occuper.

12. Le citoyen Margueron avait conclu de son analyse que 288 parties de synovie qu'il avait examinée jusque dans la proportion de ses matériaux constituans, contenaient 34 parties d'albumine *dans un état particulier*, 13 parties d'albumine ordinaire, 5 parties de muriate de soude, 2 parties de carbonate de soude, 1 à 2 parties de phosphate de chaux, et 232 parties ou plus des trois quarts de son poids d'eau. J'ai exposé les raisons qui me font penser que ce liquide contient, au lieu du premier de ces matériaux, quelque substance animale particulière, d'une nature non aperçue encore, et dont la relation doit être plus ou moins grande avec les maladies

qui affectent cette liqueur, notamment l'ankilose, les concrétions articulaires, les tophus arthritiques, etc. Si cette dernière vue doit être confirmée par de nouvelles expériences, elle expliquera les différences qu'on connaît déja entre l'humeur des membranes internes ou des cavités membraneuses intérieures, et celle des capsules synoviales ; elle prouvera que, malgré l'analogie de structure qui existe et que j'admets volontiers avec le citoyen Xav. Bichat entre les membranes synoviales et les autres membranes séreuses, la nature sait, avec le même appareil organique, donner naissance à des produits différens, et qu'on ne doit conclure, malgré les ressemblances anatomiques, celle des liquides séparés dans les systêmes d'organes analogues, qu'après avoir fait un examen chimique assez exact, assez soigné, pour qu'il ne reste plus aucun lieu au doute et à l'incertitude.

ARTICLE VII.

Des tissus cellulaire, membraneux, tendineux, aponévrotique, ligamenteux, glanduleux, et de la gélatine ou de la colle que ces tissus fournissent.

1. Je réunis dans un seul article six matières organiques animales différentes les unes des autres par leur tissu, leur forme, leurs apparences et leur structure, parce qu'elles sont d'une même composition chimique, et donnent à l'analyse les mêmes produits. Tous ces tissus différens sont généralement répandus dans le corps de l'homme et des autres animaux. Il n'y a pas une seule de leurs régions diverses qui n'en contienne et n'en offre une plus ou moins grande quantité au scalpel de l'anatomiste : en sorte qu'on doit les ranger dans la

classe des parties qui contribuent le plus généralement à l'organisation. Chacun d'eux a des caractères anatomiques comme des usages particuliers qui le distinguent. La connaissance acquise jusqu'ici sur leur nature intime et leur composition n'est pas sans doute aussi avancée que celle de leur structure anatomique ; elle suffit cependant pour les rapprocher les unes des autres, et pour les opposer tous ensemble dans leurs propriétés chimiques comparées aux autres matières animales. Jettons un coup-d'œil rapide sur leur structure et leurs différences caractéristiques, et voyons ensuite ce qu'elles offrent de commun dans les phénomènes qui appartiennent à leur décomposition et à l'union intime de leurs principes constituans.

2. Le tissu cellulaire, nommé encore *tissu muqueux*, *tissu cribreux*, existe dans des lamelles, des plaques minces, transparentes, muqueuses ou gélatiniformes, d'une délicatesse qui surpasse celle de la gaze la plus fine, et qu'on peut comparer à la toile légère et dilatée en sphère par le souffle poussé dans une dissolution de savon. Ces lames se trouvent placées entre les interstices de toutes les fibres ; on les aperçoit en les écartant ; elles les lient et les séparent tout à la fois les unes des autres ; elles ne se voient bien qu'au moment de cet écartement : elles ressemblent enfin à une bave collante, étendue sur les parties où on les reconnaît. Ce tissu nommé cellulaire, *tela cellularia*, parce qu'on l'a cru formé de cellules ouvertes les unes dans les autres, formant une série continue dans tout le corps, se rencontre en effet dans toutes les parties. Il est placé sous la peau en couches plus ou moins dilatées par la graisse, au dehors des muscles et entre leurs fibres, dans les intervalles qui les séparent de leurs voisins, le long des vaisseaux sanguins, autour et même au dedans de tous les viscères. Ce ne sont pas de petits ballons ou de petites vésicules communiquant librement toutes ensemble, formées de membranes molles et transparentes, comme le pensait Bordeu, mais des lacis de vaisseaux noueux et lymphatiques, portés sur des lames membraneuses, et contenant un liquide mu dans ces canaux.

3. Je nomme ici tissu membraneux en général ces parties blanches, minces, transparentes ou opaques, étendues en couches ou en espèces de tables souvent repliées sur elles-mêmes, roulées en cylindre, appliquées en grandes lames, enfermant ou recouvrant des viscères, formant quelquefois en tout ou en partie des organes entiers, existant aussi par-tout, et destinés ou à contenir des liquides, ou à séparer et isoler les parties diverses du corps, n'ayant qu'un aspect blanc ou gris mat, sans brillant, sans surface argentée, ne formant jamais de cordes solides. Telles sont spécialement la dure-mère, la pie-mère et l'arachnoïde dans le crâne, la plèvre et la péricarde dans la poitrine, le péritoine dans l'abdomen, les parois des vaisseaux, sur-tout des absorbans; le périoste autour des os, la membrane médullaire dans leur intérieur, les capsules articulaires et muqueuses, les tuniques vaginales et albumineuses et mille autres parties analogues. On pourrait même y associer l'épiderme et le derme, si ces organes ne présentaient pas quelques propriétés qui me forcent de les considérer en particulier.

Le citoyen Xavier Bichat a publié, dans le deuxième volume du Recueil de la société médicale d'émulation de Paris, une très-bonne dissertation sur les membranes et leurs rapports généraux d'organisation. Après avoir remarqué que les anatomistes n'ont pas encore convenablement généralisé la structure de ces parties importantes, ni distingué leur tissu varié, il partage toutes les membranes du corps humain en trois classes : les membranes *muqueuses*, les membranes *séreuses*, et les membranes *fibreuses*.

Les premières tapissent l'intérieur des organes creux qui s'ouvrent au dehors du corps; plissées ou pliées dans leur surface interne, elles sont lubréfiées d'un suc muqueux; elles se contiennent avec la peau : recouvertes d'un épiderme qui se détache en lambeaux dans quelques maladies, leur principal tissu est formé par un corion spongieux qui se résout

en tissu cellulaire par la dissection, la macération, etc. ; elles sont sensibles, et entretiennent des rapports avec des corps étrangers à l'intérieur, comme la peau le fait à l'extérieur ; elles évacuent par leur surface un liquide muqueux, constituent un grand émonctoire, ont des maladies qui leur sont propres, comme le catarrhe et le polype ; exhalent le mucus animal par le frottement, l'irritation, et en enveloppent les corps qui y séjournent : tels sont l'intérieur des intestins, du vagin, etc.

Les membranes *séreuses* occupent les grandes cavités, les revêtent, recouvrent les viscères placés au dehors d'elles ou dans leurs replis, sont des sacs sans ouvertures, à surface interne lisse, et externe inégale ; ne contiennent qu'un feuillet, sont lubréfiées dans leur cavité par un serum sortant par exhalation et repompé par les absorbans : tandis que le mucus épais des premières est toujours comme une excrétion, après avoir été séparé par des glandes crypteuses ou muqueuses. Elles ont leurs maladies particulières, spécialement l'hydropisie, des adhérences, des inflammations spéciales. Ce sont des lames ou de grands sacs qui isolent les viscères, qu'on peut regarder comme de grands réservoirs où la lymphe se travaille, qui favorisent le mouvement des viscères. Il faut ranger dans cet ordre la plèvre, le péricarde, le péritoine, etc.

Les membranes *fibreuses*, moins nombreuses que les deux précédentes, sont dures, d'un tissu fibreux et blanc, percées pour laisser passer les vaisseaux, etc. sans replis, plus épaisses que les séreuses, et moins que les muqueuses, sans liquide qui les humecte, adhérentes dans tous leurs points, d'une sensibilité particulière, douées d'un ton fort, revenant sur elles-mêmes après avoir été distendues, se plongeant souvent dans les organes où elles fournissent un squelette fibreux et dont elles soutiennent le tissu. C'est ainsi que le périoste revêt les os, l'albuginée le testicule, etc.

4. Le tissu tendineux est facile à reconnaître; brillant et argenté, lisse et poli, consistant et tenace, résistant fortement à la pression et au tiraillement, portant un poids très-fort avant de se rompre, formé en cordon dense et solide, arrondi ou peu anguleux, difficile à couper, terminant les fibres charnues et servant à fixer leurs attaches sur les os, etc. Le tendon est la corde immobile par elle-même qui, tirée par les muscles raccourcis, fait mouvoir les os les uns sur les autres. Il n'est en quelque sorte qu'un agent passif. On ne peut le couper que très-difficilement en travers ou perpendiculairement sur le trajet de ses fibres; on le sépare facilement en faisceaux dans le sens de leur longueur. Il suppose presque toujours l'existence du muscle, dont il est une sorte d'appendice.

5. Le tissu aponévrotique ou l'aponévrose est une variété de forme dans le tendon : au lieu d'être une corde dure et solide, l'aponévrose est une espèce de membrane qui recouvre les fibres charnues, qui enveloppe souvent l'extérieur des muscles, aux fibres desquels elle sert de point d'attache, d'enveloppe qui limite leur dilatation, de lien qui retient leurs faisceaux et leurs fibres collées les unes aux autres. On la reconnaît à sa surface fibreuse, lisse, polie et argentée, brillante, et imitant quelquefois l'éclat de l'argent. Elle est tissue de fibres plates, dures, serrées, qui ont plusieurs sens différens, outre celui des fibres charnues qu'elles suivent dans une de leur direction.

6. Le ligament, comme tissu particulier, comme situé presque toujours entre les os qu'il lie l'un à l'autre plus ou moins fortement, ce qui lui a fait donner son nom, se reconnaît aux environs des articulations et existe dans toutes indistinctement, conséquemment dans la continuité de tout le corps. C'est un composé de fibres grises, solides, très-consistantes, très-tenaces, très-résistantes, susceptibles d'être assez fortement alongées et tiraillées sans se briser, se prêtant facilement à tous les mouvemens que les articulations admettent, per-

mettant un certain écartement entre les os qui les forment; s'opposant à leur déplacement réciproque ou aux luxations; prenant naissance entre les lames même du tissu osseux par des filets qui y sont implantés, liant de la même manière quelques cartilages aux os ou entre eux.

7. Enfin je désigne sous le nom de tissu glanduleux le parenchyme fibreux interposé entre les paquets de vaisseaux lymphatiques, dont l'entrelacement constitue la structure des glandes conglobées. On a dit jusqu'ici que c'était du tissu cellulaire; mais il ne faut que disséquer avec quelque attention ces glandes, et les couper en différens sens, pour se convaincre que cette notion n'est pas exacte. On remarquera que je ne confonds pas, avec le tissu des glandes conglobées ou lymphatiques qui se trouvent par tout, le parenchyme de quelques grosses glandes conglomérées ou des viscères glanduleux, tels que le foie, la rate, les reins, etc. Chacun de ces viscères a une nature intime différente l'une de l'autre, comme ils ont une structure qui leur est particulière.

8. Ces dix tissus organiques, sans être parfaitement de la même nature, présentent cependant, par le plus grand nombre des essais et des expériences auxquels on les soumet, des résultats assez semblables, assez rapprochés les uns des autres, pour qu'il ne soit pas permis de les rapprocher les uns des autres, et d'y admettre une composition générale analogue. Tous sont indissolubles dans l'eau froide; et lorsqu'on les y laisse tremper ou macérer pendant quelque temps, ils se gonflent, se dilatent, éprouvent un écartement entre leurs fibres et leurs lames, deviennent molasses, muqueux, faciles à déchirer, incohérens à mesure qu'ils s'altèrent. La plupart, en fermentant plus ou moins vîte, lorsqu'ils sont mouillés ou plongés dans l'eau à une température qui excède douze degrés du thermomètre, passent à une acidité, à une aigreur plus ou moins piquantes et sensibles à l'odorat: de sorte qu'on est tenté de les regarder comme une espèce de vinaigre.

Tous, après le premier temps de leur décomposition spontanée, se pourrissent rapidement et donnent naissance à l'ammoniaque, qui s'en dégage cependant moins abondamment et avec une odeur moins fétide que cela n'a lieu dans d'autres substances animales.

9. Ces mêmes matières animales membraneuses et blanches, exposées à un feu doux constant, ou au contact d'un air chaud au dessus de dix-huit à vingt degrés, deviennent cassantes et transparentes en se desséchant; elles sont alors inaltérables. Elles sont ainsi devenues cassantes et ont perdu toute leur ténacité; il ne s'y est cependant pas fait d'autre changement intime que la volatilité de l'eau que leurs fibres contenaient, soit toute formée, soit composée au moment même de l'action desséchante du calorique. Une chaleur plus forte et brusque appliquée à ces organes desséchés les fait se gripper, se mouvoir, se resserrer dans toutes sortes de sens, comme on le voit dans une corde de violon jetée sur des charbons ardens; ensuite ils se fondent, se boursouflent, s'enflamment difficilement, répandent une odeur peu fétide, et laissent un charbon assez léger, facile à réduire en cendre. Si on les traite à la cornue, on en retire les produits ordinaires aux matières animales, mais avec moins d'huile, moins de carbonate d'ammoniaque, moins de gaz fétide; en général elles paraissent les moins animalisées des composés animaux.

10. Le caractère le plus marqué ou la propriété la plus caractéristique que présentent ces tissus blancs, c'est celle de se ramollir promptement et de se dissoudre entièrement dans l'eau bouillante, et de former, quand cette dissolution est assez chargée, un liquide visqueux, collant tant qu'il est chaud, et qui se prend en une gelée transparente et tremblante par le refroidissement. C'est ainsi même et avec trois ou quatre de ces tissus à la fois qu'on prépare, dans plusieurs ateliers, ce qu'on nomme les colles-fortes de Flandre ou d'Angleterre; de Flandre, lorsqu'après avoir obtenu leur dispa-

rition totale ou presque totale par l'eau bouillante tenue assez long-temps sur ces corps, on la tire à clair et on l'évapore assez pour qu'en refroidissant elle prenne la consistance tout-à-fait solide. Les gelées alimentaires que l'on prépare aussi dans les cuisines, en choisissant les plus tendres et les plus savoureux de ces tissus blancs, sont de la même nature, et ne diffèrent des colles que par le choix de la matière qui les forme et par moins d'épaississement ou de concentration donnée à la liqueur.

11. On reconnaît ici la même substance que celle qui a été trouvée dans le serum du sang coagulé par le feu et qui s'y distingue de la partie albumineuse avec laquelle elle est mêlée par une demi-transparence, la consistance molle et tremblante, et la dissolubilité dans l'eau : c'est de la gélatine. Les propriétés que présente, lorsqu'elle est extraite par l'eau et dans l'état de gelée, cette substance qui fait, comme on vient de le voir, la base des tissus ou organes blancs fibreux ou membraneux, la distinguent éminemment de l'albumine, de la fibrine, et de toute matière animale ; sa saveur est faible et fade ; elle est muqueuse et collante entre les doigts dont la température la ramollit ; elle se fond au feu et devient même liquide à trente-six degrés de température ; elle ne conserve plus alors sa viscosité primitive, n'adhère point aux vases, et coule comme de l'eau, en la laissant refroidir ; elle se prend en gelée comme avant sa fusion, qui ne l'a point altérée.

12. La gélatine extraite des organes ou tissus blancs chauffés doucement et lentement sous la forme liquide que la première impression du feu lui a donnée, s'épaissit, se colore, devient visqueuse, mielleuse, et prend à la fin un état concret, solide et transparent semblable à la corne. C'est alors de la colle qui est dure, élastique, jaune orangée ou rouge, cassante, dissoluble dans l'eau bouillante, et qui prend en général d'autant plus de solidité, de couleur et de ténacité

glutineuse par sa dissolution, qu'elle a été tirée d'animaux plus âgés et plus robustes. On en retire, en la soumettant à la décomposition par le feu dans une cornue, une eau ammoniacale, une huile fétide peu épaisse, du zoonate d'ammoniaque et du carbonate ammoniacal; elle donne peu de produits gazeux. Le charbon qu'elle laisse est léger, volumineux et poreux, facile à brûler, ne donnant ni sel phosphorique soluble, ni métaux, mais seulement du phosphate de chaux et des muriates de soude et de potasse. La gélatine s'acidifie sensiblement avant de passer à la putréfaction et de donner de l'ammoniaque.

13. L'eau froide la dissout par une agitation continuée quelque temps; l'eau chaude la fond sur-le-champ quand sa température excède 25 degrés : voilà pourquoi on ne fait prendre les gelées, pendant l'été, qu'avec la plus grande peine. Quand on a dissous la gélatine dans une grande quantité d'eau, elle ne peut plus se figer en gelée par le refroidissement, et il faut évaporer cette dissolution trop étendue pour lui rendre cette propriété; toutefois on lui fait perdre cette tendance à prendre par le froid la forme gélatineuse, à mesure qu'on multiplie l'action du calorique ou qu'on l'expose trop de fois au feu. Les acides dissolvent avec la plus grande facilité et très-promptement la matière gélatineuse, même ceux d'entre eux qui sont les plus faibles. Les alcalis ont aussi cette propriété, mais moins marquée que celle des acides. L'acide nitrique ne dégage que peu de gaz azote de la gélatine, et n'en change qu'une très-petite portion en graisse, mais la plus grande partie en acide oxalique : les dissolutions de barite, de chaux et de strontiane, versées dans une dissolution de gélatine y produisent un précipité de phosphate de chaux.

14. Plusieurs des propriétés décrites jusqu'ici dans la gélatine, et notamment sa forme, sa transparence dans l'état de gelée, son acescence; le peu d'ammoniaque, d'huile et

de gaz fétides qu'elle fournit par l'action du feu; le peu de gaz azote et de corps huileux qu'on en tire par l'acide nitrique, qui le change en grande partie en acide oxalique; son charbon rare et boursouflé, favorisent l'opinion de ceux qui regardaient cette matière comme fort analogue aux mucilages végétaux, et qui croyaient qu'elle était due au corps muqueux végétal passé presque sans altération dans les animaux. Mais cet énoncé est une hypothèse peu vraisemblable pour ceux qui sentent que tout aliment est dénaturé, depuis son entrée dans l'estomac jusqu'à son application lamelleuse ou fibreuse aux divers tissus organiques qu'il est destiné à nourrir; et d'ailleurs malgré cette analogie entre la gélatine et un mucilage végétal proprement dit, il existe une différence réelle qui se montre sur-tout dans la putréfaction dont la première est susceptible, et qui n'atteint point l'autre.

15. Il en existe une encore plus grande dans la manière dont le tannin agit sur la gélatine, tandis qu'il ne produit aucun effet sur le mucilage gommeux végétal; lorsqu'on jette, dans une dissolution de gelée ou de colle animale, de l'eau chargée de tannin, il se fait un précipité d'un jaune fauve, épais, en flocons très-fins qui se rapprochent tout-à-coup et forment bientôt une masse filante, glutineuse, élastique, extensible par l'agitation ou le maniement entre les mains mouillées, comme le gluten de la farine de froment. Ce composé de gélatine tannée se sèche par le contact de l'air, devient dur, cassant, d'un tissu lisse, brillant, vitreux et résineux dans sa cassure; il est indissoluble dans l'eau, inaltérable à l'air, résistant à beaucoup d'agens et de réactifs, incorruptible, analogue aux peaux trop tannées, répandant quand on le frotte une odeur forte de tan: on peut le considérer comme une pâte susceptible d'être employée à différens usages, et dont l'industrie pourra tirer un parti avantageux quand elle voudra s'en occuper.

16. Enfin la matière gélatineuse animale se comporte

encore d'une manière particulière avec l'alcool, qui ne la dissout point quand elle est sous la forme de gelée extraite par l'eau, qui la sépare même de ce liquide lorsque sa dissolution est concentrée, et qui en rapproche les fibres ou les plaques quand elles appartiennent aux organes même dont elle constitue en grande partie le tissu : de sorte que ces organes, plongés dans l'alcool, s'y conservent en s'y condensant et sans rien perdre de leur forme et de leur structure, excepté une petite portion de leur diamètre. C'est ce qu'on voit dans les organes membraneux apprêtés, disséqués et préparés anatomiquement, puis suspendus par des fils dans des bocaux remplis d'alcool; cependant cette méthode de les conserver dans les collections anatomiques n'a qu'une certaine époque dans sa durée, et finit par laisser naître une altération intime de leur tissu, qui en sépare des lames, des feuillets, des fibres dont on remarque la précipitation au fond des vases qui les contiennent.

17. Quoique j'aie considéré les six tissus organiques blancs comme appartenant à une seule matière, à un seul composé chimique gélatineux, dont le caractère tranchant est d'être indissoluble dans l'eau froide, et dissoluble dans l'eau bouillante, de manière à donner naissance à ce qu'on nomme une gelée animale; il ne faut pas concentrer ou resserrer en quelque sorte cette notion dans une limite trop étroite; il ne faut pas regarder ces six tissus comme entièrement et parfaitement homogènes. La seule différence de leur forme, de leur aspect, de leur couleur, de leur structure, de leur densité, de leur ténacité diverses, démentiraient suffisamment cette prétendue identité. Si les analyses chimiques, trop peu multipliées encore sur chacun de ces tissus, n'ont point encore conduit à déterminer avec une exactitude suffisante en quoi consiste la nuance de leur diversité si sensible pour l'anatomiste et le physiologiste; quelque peu avancées que soient encore ces analyses, on peut cependant trouver dans leur comparaison

et dans leur résultats, en invoquant sur-tout ceux que présentent les arts qui s'exercent sur ces matières, une suite de faits assez intéressans pour établir quelques distinctions utiles entre ces divers tissus, et satisfaire l'anatomiste, qui ne doit pas être persuadé d'après les dissections de cette prétendue identité d'organes qui diffèrent bien réellement pour lui. Il me reste donc à faire remarquer ces nuances variées de nature chimique entre les six genres de tissus que je n'ai encore présentés ici que comme d'une nature gélatineuse analogue.

18. Les lames, les plaques baveuses et si légères de tissu cellulaire ou muqueux offrent la matière gélatineuse la plus pure, la plus isolée, la plus prononcée; on peut s'en convaincre par la seule considération de ce qui leur arrive par leur action dans l'eau bouillante. Ces lames se dissolvent et se fondent si complétement qu'on les voit disparaître dans l'eau de ces décoctions, que toutes les fibres qu'elles liaient les unes avec les autres se trouvent ensuite séparées, écartées, incohérentes, nues, dépouillées de l'enveloppe qui les ceignait de toutes parts, et que l'eau opère ainsi une espèce de dissection souvent utile à l'anatomiste pour ses démonstrations. C'est la dissolution de ce tissu accompagnant la chair qui donne à certains bouillons la propriété de se prendre en gelée.

19. Les tissus de membranes minces, blanches, transparentes comme la pie-mère, l'arachnoïde, l'épiploon; ceux de membranes plus fortes, comme la substance du péritoine, de la plèvre, du péricarde, portion des tuniques de l'estomac et des intestins, le périoste, diffèrent un peu des feuillets cellulaires proprement dits, quoique les anatomistes les aient crus formés par ces feuillets réunis et condensés, en ce que l'eau ne les attaque que bien plus difficilement et à l'aide de plus de temps. Il faut pour les dissoudre les laisser macérer quelques jours dans l'eau tiède, commencer par écarter leurs lames et leurs plaques, remplir et séparer leurs interstices du

liquide aqueux, les faire ensuite long-temps bouillir dans une grande quantité d'eau, et les y tenir plongés en les agitant sans cesse. On dirait que la gélatine n'y est pas aussi pure, qu'elle y est comme enveloppée d'une substance indissoluble et tenace qui en empêche la fusion. Les fabricans de colle connaissent bien cette difficulté; la matière animale est assez dense, assez rapprochée dans ces organes, pour se sécher à l'air quand ces parties membraneuses sont amincies et étendues, comme on le prouve par l'inspection de l'art des cordes à boyaux. On peut aussi combiner lentement, et molécule à molécule, la substance de ce tissu avec le tannin; et l'on tirera quelque jour parti de ce genre de tannage des membranes, des intestins, en les plongeant quelques heures dans une dissolution de tan pour leur communiquer une plus grande solidité et une inaltérabilité utile, en leur conservant leur ténacité et leur élasticité. L'analyse chimique n'a pas au reste déterminé exactement en quoi consiste cette différence de tissu membraneux proprement dit, d'avec le tissu cellulaire; mais elle est maintenant sur la voie.

2o. Les tendons et les aponévroses, qui sont des tendons aplatis, quoique tissus en cordes solides ou en couches très-tenaces, se rapprochent davantage du tissu cellulaire proprement dit. On le remarque dans les viandes bouillies qu'on sert sur nos tables : toutes les parties tendineuses et aponévrotiques y sont fondues ou ramollies, quand elles sont bien cuites, en une sorte de colle jaunâtre, transparente, gélatineuse, que quelques personnes mangent de préférence, et qui a en effet une saveur assez agréable. Dans la préparation des colles tous les tendons se fondent et disparaissent entièrement dans l'eau; ce sont même eux qui forment la majeure partie de la substance collante, et qui donnent à l'eau la consistance et la viscosité d'où naît la gelée par le refroidissement. En desséchant les tendons, tirés et étendus pour leur faire présenter beaucoup de surface à l'air, ils deviennent

transparens et solides, et ils prennent en même temps une couleur jaune ou rougeâtre, comme on le voit dans les préparations anatomiques sèches.

21. Le tissu ligamenteux contenant aussi de la gélatine que l'eau bouillante lui enlève, est cependant de tous les organes blancs celui qui s'éloigne le plus de la nature gélatineuse. L'expérience familière et domestique de la viande bouillie dans nos alimens le prouve directement. A côté d'un tendon ramolli et fondu en gelée, on voit souvent sur nos tables un cordon ordinairement plat et épais, d'une matière blanche, opaque, presque point attendrie, d'une dureté et d'une ténacité telles que les dents ne peuvent absolument pas l'attaquer, et que l'on nomme par-tout *tirant*, à cause de son excessive résistance à la mastication. Cette indissolution si marquée, à côté des tendons et des membranes ramollis et dissous sur la même chair, dans la même eau et par le même laps de temps, annonce que non seulement le tissu ligamenteux est beaucoup plus dense que celui des autres parties blanches, mais qu'il est vraisemblablement d'une autre nature sur laquelle la chimie n'a point encore prononcé. Il en est de même des parois membraneuses des artères et des veines. Outre les fibrilles charnues et les couches cellulaires qui en forment une partie, il y a dans leur tissu une matière analogue au ligament, qui résiste à l'action de l'eau bouillante, et qui ne se convertit point en gélatine comme les tissus précédens : il serait possible que cette matière fût formée par la fibrine, mais il n'y a encore aucune expérience qui le prouve avec l'exactitude nécessaire pour admettre le résultat. Ce tissu des canaux sanguins est extrêmement différent de celui des vaisseaux lymphatiques ; celui-ci, quoique assez dur et assez résistant pour son extrême minceur, se fond cependant assez promptement dans l'eau et forme de la gelée, comme on le voit dans les lames de tissu cellulaire, reconnues par les anatomistes modernes pour être

un lacis de vaisseaux absorbans. Il reste donc encore plusieurs recherches chimiques importantes à faire sur ces divers tissus.

22. Je dois en dire autant du tissu des glandes conglobées, désignées par les anatomistes comme des paquets de vaisseaux lymphatiques repliés, et noués entre eux par du tissu cellulaire. Si telle était réellement sa structure et sa nature, ce tissu se ramollirait et se fondrait entièrement dans l'eau, à laquelle il donnerait le caractère gélatineux. Cependant au lieu de se dissoudre ainsi, et tout en donnant un peu de gelée, les glandes conglobées se durcissent et résistent à l'action d'une grande quantité d'eau bouillante. Cette résistance est encore plus forte dans celle de ces glandes qui ont pris un accroissement plus ou moins considérable, et une dureté plus ou moins grande, dans les affections chroniques, si mal-à-propos peut-être ou tout au moins si vaguement désignées par le nom d'obstructions, comme on les trouve chez les sujets scrophuleux, etc.

23. Enfin le tissu de la peau, qu'on a toujours rapproché de celui des précédens organes blancs moux et membraneux en général, et qui présente en effet une analogie frappante avec eux, a cependant d'assez grandes différences; et d'ailleurs les usages importans auxquels il est consacré, et le rôle remarquable qu'il remplit dans une foule d'arts, m'ont engagé à en traiter en particulier.

24. Je ne parle pas non plus ici du tissu nerveux généralement répandu, parce qu'il en sera plus naturellement question à l'article du cerveau.

ARTICLE VIII.

Du tissu musculaire ou charnu.

1. Les tissus blancs, moux et membraneux en général, qui ont été décrits dans le précédent article, forment ensemble une classe de matières organiques bien caractérisées et bien distinguées de toutes les autres ; et en la rangeant la première dans l'ordre des tissus solides généraux ou qui appartiennent à tout le corps des animaux, ou qu'on trouve dans toutes ses régions distinctement, j'observe qu'on doit rapporter à trois autres classes toutes les matières diverses qui embrassent la même généralité de l'organisme, ou qui contribuent à la construction générale de tous les organes des animaux. Je place dans la seconde classe le tissu musculaire ou charnu ; dans la troisième le tissu de nature cornée, et dans la quatrième le tissu tout-à-fait solide ou osseux. Cet article est destiné à l'histoire du tissu musculaire.

2. Les muscles, qui dans leur ensemble et dans leur généralité comprennent le tissu charnu ou musculaire, sont une des classes d'organes les plus importans et les plus utiles de la machine animée ; c'est en eux et par eux que la puissance de la vie exécute les divers mouvemens qui l'entretiennent ou qui en satisfont sans cesse les besoins ; c'est à l'aide de leur contraction, de l'irritabilité ou de la force qui produit cette contraction, ce raccourcissement des fibres qui rapproche les uns des autres les produits auxquels ils s'attachent, que l'animal se meut, se transporte dans l'espace, parcourt lentement la surface de la terre, s'élance à quelque distance de cette surface, s'élève et se soutient dans l'atmosphère, s'avance, s'abaisse, s'élève ou recule dans les eaux ; c'est par eux que s'exécutent les mouvemens intermittens et cachés qui constituent la vie, la station, le marcher, le saut, le vol, la

natation, la flexion, l'extension des diverses parties, ou les mouvemens sensibles de loco-motion partielle ou totale, soumis à la volonté et aux passions qui distinguent si éminemment la classe des êtres organisés et animés de celle des plantes.

3. Lorsqu'on considère les muscles dans leurs rapports avec les autres parties du corps des animaux, on y trouve un nouveau motif d'intérêt pour en étudier les propriétés, puisque le système musculaire forme une des masses les plus considérables de l'organisation animale. Leur ensemble remplit un espace très-grand dans l'économie des animaux : recouverts par la peau, contenus dans des aponévroses, recouvrant de toutes parts les os qu'ils enveloppent et qu'ils garnissent, ce sont eux qui donnent la forme et la torosité aux membres. Leurs parties saillantes et bombées dessinent avec les creux de leurs intervalles toutes les formes que le statuaire et le peintre imitent dans leurs chefs-d'œuvre, et à l'aide desquelles ils offrent à nos yeux la majesté d'un dieu dans l'Apollon, l'expression de la douleur dans le Laocoon, la force dans l'Hercule, la vigueur et l'adresse dans les lutteurs et l'athléte, la fraîcheur de la jeunesse dans l'Antinoüs, la grace et la beauté dans la Vénus.

4. Les muscles sont arrosés par un grand nombre de vaisseaux sanguins qui rampent à leur surface et plongent dans leurs fibres, de vaisseaux lymphathiques ou absorbans qui sont également et à l'entour de leurs fibres et dans les interstices qui les séparent. On y trouve des nerfs qui se distribuent et se perdent dans leurs faisceaux, du tissu cellulaire dont ils sont abondamment pourvus, des membranes aponévrotiques qui les enveloppent, des tendons qui les terminent. Quoique toutes ces parties ne soient qu'accessoires à leur tissu proprement dit, les anatomistes les considèrent comme appartenant à leur organisation; et en effet toutes contribuent à leurs fonctions : le tissu cellulaire en lie les fibres; les vaisseaux sanguins les nourrissent et les échauffent; les vases absorbans y puisent l'excédent de leur nourriture, et enlèvent leur partie

nsée par l'effort vital ; les nerfs y portent la cause immédiate de leurs mouvemens et l'ordre de la volonté qui les commande, de quelque nature que soit cette cause ; les tendons déterminent leur action sur telle ou telle partie ; les aponévroses fournissent un point d'appui à leurs faisceaux. Il y a de plus de la graisse au dehors et au dedans de leurs fibres, qui, par son moyen, glissent facilement les unes sur les autres. L'ensemble et l'intégrité de ces divers tissus qui les pénètrent et qui les constituent des organes vivans, sont nécessaires à l'exercice de leurs fonctions ; et quand l'un ou l'autre manque ou souffre, le muscle perd une partie ou la totalité de son activité : c'est pour cela que parmi les anatomistes, les uns ont voulu que les muscles fussent formés de tissu cellulaire ; les autres les ont crus constitués de filamens nerveux ; quelques-uns n'y ont vu que des extrémités vasculaires.

5. L'analyse des muscles pourvus de toutes les parties organiques qui en composent l'ensemble, n'est donc pas et ne peut pas être exacte, puisqu'elle confond un grand nombre de tissus différens. S'il était vrai que telle fût la contexture et la composition de ces organes du mouvement, on ne pourrait se flatter d'en connaître la nature que par l'analyse de chacune de ces parties ; et une fois chacune d'elles bien connue, il ne resterait rien à faire pour déterminer celle du muscle. Autrefois on se bornait, pour l'analyser, à distiller la chair et à désigner la quantité de phlegme, d'esprit, de sel volatil, d'huile et de charbon qu'elle fournissait : il faut ajouter à cette ancienne notion que parmi les produits de la chair on obtient une quantité notable d'acide zoonique combiné avec l'ammoniaque, et que le muscle paraît être parmi les substances animales celle qui fournit le plus de cet acide. Geoffroy le médecin a décrit l'effet de l'eau, et la quantité de matière dissoluble qu'elle enlève par l'ébullition à un grand nombre de chairs différentes, sous le rapport de la partie nutritive contenue dans chacune d'elles. Ce travail

n'a quelque valeur que relativement à la propriété alimentaire. Thouvenel est le premier qui ait essayé de connaître les principes divers, ou plutôt les matériaux constituans des muscles : il a employé pour cela plusieurs procédés inusités jusqu'à lui, et qui lui ont permis de donner une notion un peu plus positive de la nature de ces organes. Je me suis ensuite occupé de la base même ou du parenchyme particulier aux muscles, et conséquemment de leur véritable tissu, indépendamment de toutes les substances qui ne sont qu'accessoires.

6. Dans l'impossibilité où l'on est d'isoler le tissu musculaire proprement dit d'avec les tissus vasculaires, nerveux, et des liquides sanguin, lympathique, graisseux qui y sont intimement mêlés, il faut se contenter, en traitant des propriétés chimiques du muscle, de rechercher et de bien séparer celles qui appartiennent à chacune de ces matières animales en particulier, et de n'attribuer à la chair musculaire que celles qui ne caractérisent point ces matières.. Cette méthode d'exclusion peut conduire, comme on va le voir, à une connaissance assez exacte de la nature de la fibre charnue. Les chimistes modernes ont traité le muscle comme une matière végétale mélangée de plusieurs substances différentes, qu'ils ont tenté de séparer les unes des autres, d'abord par des moyens mécaniques, ensuite par des procédés chimiques. Comme cet organe est rempli de vaisseaux sanguins et lympathiques qui contiennent des liquides, l'effort de la presse a servi à Thouvenel pour les séparer. Les fluides qu'il a obtenus ont été traités successivement par le calorique, qui en a coagulé la matière albumineuse et fait cristalliser des sels par l'évaporation, par l'alcool qui en a dissous quelques sels, et une substance extractive particulière que ce chimiste a cru propre aux muscles : il a fait diverses applications successives de l'eau au résidu du premier liquide évaporé, pour en séparer la gélatine et les sels ; mais ces moyens ne l'ont pas conduit au but aussi exactement qu'il l'espérait : et en effet ils présentent une grande difficulté d'exécution.

7. J'ai mieux réussi dans cette analyse en commençant par laver d'abord le muscle dans l'eau froide, qui enlève le sang et la lymphe, et qui, lorsqu'on a haché la chair et qu'on l'a malaxée avec l'eau tombant en filet à sa surface, laisse bientôt le tissu musculeux blanc isolé, mêlé à la vérité avec les tubes vasculaires, les filets nerveux, les lames cellulaires, dont on peut ensuite opérer une sorte de départ à l'aide du procédé que j'indiquerai. L'eau qui a lavé et décoloré la chair musculaire ressemble entièrement à du sang étendu d'eau : si on la fait chauffer, elle se coagule et se sépare à la surface en flocons rouges bruns, comme cela arrive à la partie colorante sanguine ; il se dépose en même temps des filets fibreux, peu abondans à la vérité, mais reconnaissables pour de la fibrine. La liqueur peu colorée après cette action du feu, légèrement trouble et laiteuse, évaporée doucement, donne des pellicules albumineuses qu'on sépare, se colore, acquiert une saveur un peu âcre quand elle est concentrée, se prend en gelée légère par le refroidissement, et donne, lorsqu'on l'évapore à siccité, un résidu d'un rouge brun, dont on tire, par une application bien ménagée de l'alcool et de l'eau employés successivement, une sorte d'extrait sapide dont je parlerai bientôt, un peu de gélatine et des phosphates de soude et d'ammoniaque.

8. On voit que l'eau froide appliquée à la chair en extrait, avec la liqueur sanguine et lymphatique, une légère portion de matières extractive et sapide qui appartient spécialement à cet organe. Quand la chair est ainsi privée de ce qu'elle contient de dissoluble à froid, si on la fait bouillir dans l'eau elle laisse échapper encore une matière albumineuse qui se rassemble en flocons grisâtres au haut de la liqueur, et une substance qui vient nager comme des gouttes d'huile à sa surface. Les fibres charnues se séparent les unes des autres, le tissu lymphatique et cellulaire dissous donne à l'eau la propriété de se prendre en gelée par le refroidissement.

L'évaporation bien ménagée de cette décoction de chair décolorée auparavant, y montre encore une portion de matière extractive savonneuse qui prend de la couleur par la concentration, et quelques traces de sels phosphoriques. Le produit de cette décoction est une sorte de mauvais bouillon qui n'a pas toutes les propriétés de celui que l'on prépare avec la chair entière et non lavée, dont il sera bientôt question ; il n'en diffère cependant que par moins de principes.

9. Après ces deux actions successives de l'eau froide d'abord, ensuite de l'eau bouillante sur le muscle, si chacune d'elles a été poussée aussi loin qu'elle peut aller, il ne reste plus qu'un parenchyme fibreux, d'un gris sale, insipide, qui se durcit par l'action de l'eau chaude loin de s'y dissoudre, dont les faisceaux fibreux se séparent facilement les uns des autres, qui se dessèche et devient cassant à l'air sec et chaud, et qui présente tous les caractères de la fibrine du sang, spécialement la dissolubilité dans les acides faibles, la propriété de donner au feu beaucoup de carbonate ammoniacal et une huile fétide ; celle de fournir abondamment du gaz azote par l'action de l'acide nitrique, qui le convertit en graisse citrine flottante à la surface et en acide oxalique dissous dans la liqueur. J'ai conclu de mes recherches sur ce parenchyme charnu, qu'il était immédiatement formé par le sang si abondamment versé par la nature dans le tissu du muscle ; que la nutrition de cet organe consistait dans la séparation de la fibrine ; que c'était sans doute pour cela que non seulement le sang y était fort abondant, mais encore ralenti dans son cours avant de pénétrer dans l'intérieur des fibres, au moyen de plis et de courbures : puisque, suivant la belle observation anatomique de l'illustre Haller, un grand nombre d'artères suivaient une route tortueuse et rétrograde avant de se plonger dans la profondeur des muscles. C'est sous ce rapport que j'ai montré le sang comme de la chair coulante, suivant l'expression du père de la médecine.

10. Lorsqu'on fait cuire de la chair dans l'eau sans la laver préliminairement, une grande partie de la matière séreuse et albumineuse colorée se sépare en flocons bruns coagulés par l'action de la chaleur, et forme l'écume qu'on enlève; une autre portion de la même matière reste adhérente à la viande et lui donne cette couleur fauve brunâtre qui se fonce, comme on l'observe généralement, par le contact de l'air : l'eau dissout peu à peu la matière gélatineuse appartenant au tissu cellulaire et lymphatique des muscles, fond et sépare la graisse qui nage à la surface, dissout encore et des sels phosphoriques, et une matière extractive particulière qui lui donne la couleur dorée, l'odeur comme aromatique, et la saveur un peu piquante et agréable que tout le monde connaît dans le bouillon. Cette liqueur alimentaire bien préparée est donc une dissolution de matière gélatineuse, d'une substance extractive animale, de phosphate et de muriate de soude et d'ammoniaque; elle contient de plus un peu d'huile graisseuse dissoute à la faveur de la gélatine et de l'extrait, un peu de matière albumineuse, et même une petite portion de phosphate de chaux.

11. Le bouillon présente à l'examen chimique une suite de phénomènes qui y prouvent la présence de ces diverses matières. Ce liquide est susceptible de s'aigrir dans un temps chaud, à raison de la matière gélatineuse qu'il contient; il s'y forme de l'acide acéteux. L'eau de chaux, l'ammoniaque y produisent un léger précipité de phosphate de chaux en poudre blanche; l'acide oxalique y montre la chaux par le dépôt blanc qu'il y fait naître; le nitrate d'argent y indique l'acide muriatique; le nitrate de mercure y occasionne un précipité blanc qui devient rose en se séchant à l'air, et qui est un mélange de muriate et de phosphate mercuriel coloré par une matière animale. Quand on évapore avec lenteur le bouillon, on le voit prendre une couleur orangée et rouge brune, une consistance plus forte, une saveur un peu âcre, et dans cet état

on le nomme *consommé*. Le plus grand nombre des bouillons amenés à ce point se prennent par le refroidissement en une gelée tremblante ; ceux qui sont faits avec la chair de jeunes animaux la présentent plus promptement, en raison de la grande quantité de gélatine qu'ils contiennent. Si on poursuit l'action d'un feu doux, on obtient, après un épaississement de plus en plus marqué, une matière qui se solidifie en refroidissant, et qui a une couleur d'un rouge brun, une saveur forte et âcre, qui se conserve long-temps sans altération, qui se fond entièrement dans l'eau chaude, et forme un bouillon assez rapproché de celui qui est fait primitivement avec la viande : c'est ce qu'on nomme *extrait* ou *tablettes de bouillon*, parce qu'on coule cette matière dans des moules de fer-blanc où elle prend la forme de tablettes. Si l'on distille cet extrait de bouillon, outre les produits communs aux matières animales, on en obtient une assez grande quantité de zoonate d'ammoniaque.

12. En préparant pour l'usage de la vie et pour les voyages de long cours l'extrait ou les tablettes de bouillon, on ne se borne point à faire un bouillon de simple viande. On mêle des chairs de bœuf, de veau, de volaille ; on y ajoute des légumes savoureux, des carottes, des oignons, du céleri ; quelques aromates, du girofle sur-tout ; du muriate de soude en suffisante quantité : de sorte qu'il est véritablement un mélange de plusieurs extraits différens, assaisonnés par des matières salines et aromatiques, mêlés de la portion de substance sucrée contenue dans les végétaux. Aussi ont-ils une saveur forte, une odeur vive et étrangère à celle de la viande cuite. L'extrait de bouillon se conserve assez long-temps. Cependant il s'altère au bout de quelques années ; il se couvre d'une efflorescence saline blanche ; il attire l'humidité, se ramollit et se moisit à sa surface. Le véritable et pur extrait de viande ne serait que très-peu savoureux et agréable en comparaison de celui dont je viens de parler : c'est néan-

moins de cet extrait pur dont il faut examiner les propriétés pour connaître un des principaux matériaux de la chair.

13. On se procure la matière extractive enlevée au muscle par l'eau bouillante, en lessivant avec l'alcool le produit du bouillon évaporé en consistance de miel épais : ce réactif ne touche ni à la gélatine ni à la plupart des sels contenus dans ce produit. En évaporant cet alcool très-coloré, on obtient une matière rouge brune, d'une saveur piquante et même âcre, d'une odeur aromatique particulière ; quand on la chauffe un peu plus fortement que pour la dessécher, elle prend, en bouillant et en se boursouflant, l'odeur du caramel et sa saveur sucrée : il paraît que c'est elle qui forme sur la viande rôtie ce vernis brun luisant et très-sapide qu'on nomme *rissolé*. Cet extrait reste mou à l'air et donne aux tablettes de bouillon leur propriété déliquescente. Chauffé fortement sur un charbon ardent, il se liquéfie, se boursouffle, exhale une fumée blanche et une odeur acide. Distillé à la cornue il donne de l'eau contenant de l'acide zoonique et du zoonate d'ammoniaque. Son charbon contient des muriates de soude et de potasse ; dissous dans l'eau il la colore en rouge foncé : cette dissolution s'aigrit à l'air, et passe en partie à l'état de vinaigre en déposant du charbon. Il reste à déterminer si cette espèce d'extrait est toute formée, toute contenue dans la chair musculaire, et si elle n'est pas produite par la décomposition du tissu fibreux, opérée à l'aide de l'action du calorique.

14. Les différens faits relatifs à l'analyse du tissu musculaire qui viennent d'être exposés, servent à faire connaître ce qui arrive au muscle quand on l'expose à l'action de divers agens, tout entier dans son intégrité et sans en avoir séparé les divers matériaux. Ainsi l'on conçoit que dans la coction de la chair à sec ou le rôtissage, l'albumine se condense, la gélatine se fond, l'extrait se sèche, la fibrine pénétrée de suc s'attendrit, les sels se concentrent, et la chair, en prenant une couleur brune, acquiert une saveur et des propriétés

très-différentes de celle qu'elle avait dans son état de crudité. Si, au lieu de chauffer assez fortement ou assez long-temps la chair pour la cuire ou la rôtir, on ne la chauffe que très-faiblement et de manière à évaporer seulement l'eau qui y est contenue, elle se dessèche, se colore, devient cassante, et peut ensuite se conserver long-temps. Les acides ramollissent le muscle et le dissolvent en agissant sur sa partie fibreuse. Les alcalis caustiques concentrés l'altèrent, le fondent et le dissolvent, en y formant de l'ammoniaque et de l'huile avec laquelle ils constituent une espèce de savon. L'ammoniaque n'y produit aucun changement sensible.

15. Beaucoup de substances salines et un grand nombre de matières végétales conservent la chair musculaire et empêchent qu'elle ne se pourrisse. C'est ainsi qu'on plonge des préparations anatomiques charnues dans une dissolution d'alun, dans laquelle cependant elle finit par s'altérer et passer à l'état d'une espèce de graisse. L'huile fixe, les beurres et les graisses dont on l'enveloppe ou dont on la recouvre contribuent à la conserver; les huiles volatiles, les résines, les bois odorans, les feuilles, les écorces amères, aromatiques, agissent aussi comme antiputrides, et préviennent la décomposition septique de ce tissu. Le tannin dissous dans l'eau en pénètre aussi les fibres, y précipite la matière gélatineuse, et les entoure d'une couche de matière tannée qui s'oppose également à leur putréfaction. L'alcool en resserre et en condense le tissu, de sorte qu'il ne peut plus ensuite éprouver l'espèce d'altération spontanée qui tend à en détruire la composition.

16. Le muscle abandonné à lui-même dans l'air se pourrit avec une grande promptitude, lorsque l'atmosphère a une température supérieure à quinze degrés. Sa chair exhale d'abord une odeur fade ou de *relent*; elle prend une couleur verte livide, qui se fonce à mesure que la décomposition putride avance; son tissu se ramollit et se fond à la surface en une sorte de putrilage liquide; l'odeur devient fétide, forte

et ammoniacale ; quelquefois il se dégage de sa surface une lueur phosphorique qui brille dans l'eau comme dans l'air, et qui subsiste plusieurs jours de suite. Lorsque toute la chair a été également ramollie, fondue, verdie par la putréfaction, elle finit par laisser, en exhalant continuellement une odeur infecte, un résidu brun, noirâtre, long-temps mou et humide, qui se dessèche après plusieurs mois en une sorte de terreau animal où l'on trouve quelques traces de graisse, de carbone, de phosphate et de muriate alcalins. Si la chair musculaire éprouve le mouvement putréfactif après avoir été plongée dans l'eau, sa décomposition donne naissance à un autre produit. Il se forme une matière graisseuse, blanche, fusible, assez voisine de ce qu'on nomme *blanc de baleine*, et que j'ai déja désignée par le nom d'*adipocire*. Ce phénomène a si constamment lieu, comme je l'ai le premier fait observer il y a quatorze ans, dans tous les muscles des cadavres d'animaux portés sur les bords des fleuves, des ruisseaux, des étangs, que j'ai proposé de le reproduire pour se procurer, avec des débris ordinairement perdus dans les campagnes et même dans les grandes villes, une espèce de graisse qui peut servir dans plusieurs arts. C'est sans doute d'après cette proposition que M. Gibes a décrit ce nouvel art dans l'un des volumes de la société royale de Londres, de l'année 1797.

17. Il est encore du ressort de la chimie de déterminer les changemens que les muscles éprouvent dans différentes espèces de maladies qui en attaquent le tissu et en altèrent en même temps la nature intime ou la composition. Elle appréciera ce qui leur arrive dans l'affaiblissement de leur altérabilité, dans la mollesse qu'ils acquièrent quelquefois et qui les rend très-faciles à déchirer, dans leur coloration en rouge vif ou en brun clair qui les caractérise à la suite d'autres affections, et sur-tout dans la couleur blanche et l'aspect gras, onctueux qu'ils contractent à la suite de longues immobilités et insensibilités paralytiques.

18. La différence des muscles dans les divers ordres d'animaux est encore un des objets de recherches chimiques les plus importans pour la physique animale, et malheureusement encore un des moins avancés ; car il ne faut presque pas compter parmi ces recherches les premiers essais faits il y a plus de soixante ans par Geoffroy sur la qualité nutritive des chairs comparées entre elles. L'analyse chimique doit se proposer de résoudre les problèmes suivans, dont elle seule peut atteindre la solution. En quoi la chair musculaire des mammifères coureurs, caractérisée sous le nom de *viande noire* ou de *venaison* par sa couleur brune ou rouge foncée, diffère-t-elle de celle des mammifères ordinaires qui est blanche? Les muscles des carnivores diffèrent-ils de ceux des frugivores? Comment la composition de la chair des jeunes animaux diffère-t-elle de celle des mêmes animaux plus âgés ? La chair blanche des oiseaux est-elle d'une nature différente de celle des mammifères et de celle des oiseaux à viande noire et odorante, ainsi que de la chair huileuse et dure des oiseaux d'eau? Quelle est la nature comparée de la chair des poissons, soit dans les cartilagineux, soit dans les épineux, de celle des poissons de mer et des poissons d'eau douce, de celle des quadrupèdes ovipares, des serpens, des insectes et des mollusques ? Toutes ces questions et beaucoup d'autres auxquelles celles-ci conduiraient naturellement sont de nature à jeter le plus grand jour sur les phénomènes de la vie, de l'irritabilité, de la force tonique, etc.

ARTICLE IX.

Du tissu dermoïde ou de la peau, et du tissu épidermoïde ou de l'épiderme.

1. Le corps du plus grand nombre des animaux est enveloppé et tous les organes sont recouverts par plusieurs couches de membranes différentes qu'on nomme en général *les tégumens*. Dans l'homme, où cette enveloppe cutanée est la plus parfaite et la mieux organisée, parce qu'elle n'est pas seulement destinée à contenir toutes les autres parties, mais à former encore le siége du sens, du toucher, qui manque au moins dans toute son énergie chez la plupart des animaux. Les tégumens sont composés de trois membranes ou de trois couches successives; la plus intérieure; celle qui est immédiatement appliquée sur le tissu cellulaire graisseux, est la plus épaisse, la plus forte, la plus résistante; c'est la peau proprement dite ou le derme. Au-dessus et au dehors de ce premier tégument se trouve une couche molasse, baveuse, aréolaire, muqueuse, formée d'un réseau mince, dont les mailles sont remplies d'une sorte de tissu gélatineux, au milieu duquel sont placées, comme sur des coussins, les extrémités papillaires et mammelonnées des nerfs, siége du tact : cette seconde couche est le tissu réticulaire de Malpighi. Enfin, au dehors et par-dessus ce second tissu est appliquée une membrane fine, transparente, sèche au dehors, qui recouvre les nerfs, et qu'on connaît sous le nom d'*épiderme*. Dans les animaux, cette dernière enveloppe varie beaucoup, et il y a de plus sous la peau un muscle plat, généralement répandu sur tout le corps, et qu'on nomme *le panicule charnu*.

2. Ces trois enveloppes successives diffèrent dans les divers lieux du corps; elles sont fines et déliées dans quelques parties, plus épaisses et plus solides dans d'autres. Les nerfs du

tact dans l'homme sont plus multipliés et d'une structure plus élégante, plus régulière, plus prononcée à l'extrémité des doigts. Le derme est, en général et dans tous les animaux, extensible, percé de trous qui laissent passer les nerfs, les poils, les extrémités des artères ; il varie beaucoup par son épaisseur, son élasticité, sa ténacité dans les animaux de différens ordres et de différens genres Le tissu réticulaire et muqueux est plus ou moins mou, dense, épais, suivant les parties auxquelles il appartient ; il n'a ni la même organisation, ni la même étendue, ni les mêmes fonctions dans les animaux dont la peau est couverte de poils, de plumes ou d'écailles. Il est chargé d'une matière noire dans les nègres ; et lorsqu'il a été détruit par une blessure ou un ulcère, cette portion de la peau reste blanche dans la cicatrice.

L'épiderme est presque une membrane inorganique ; il est formé de lames ou de plaques posées à recouvrement les unes sur les autres par leur bord, comme les écailles de poisson. Il est transparent et très-mince : il se reproduit très-facilement et très-promptement ; il est remplacé par de véritables écailles dures et cornées, dans les poissons, dans les serpens et dans les quadrupèdes ovipares.

En général il n'existe point de tissu organique plus varié, plus différent de lui-même, que l'ensemble des tégumens dans les différens ordres ou genres des animaux. Il faudrait une dissertation anatomique très-étendue pour en faire connaître même les différences générales, et ces détails seraient déplacés ici. Il me suffira de faire remarquer que c'est dans la diversité de la peau, et sur-tout dans celle des extrémités et des appendices qui la couvrent, la défendent ou l'arment, que consiste la principale diversité apparente de ces êtres, et que celle-ci est constamment l'annonce ou le siége d'une différence plus ou moins grande dans les organes primitifs ou intérieurs des animaux.

3. Au lieu de considérer toutes les nuances si variées de

propriétés et de structure dans les tégumens des différens ordres d'animaux, nuances sur lesquelles la chimie aura quelque jour autant de détails et de notions précises à donner qu'en fournissent les descriptions anatomiques, et qui porteront dans les arts et l'emploi du tissu tégumenteux en général une lumière qu'on attendrait vainement d'une autre science : je ne m'occuperai que de sa composition générale, qui offre plus ou moins d'analogie dans tous les animaux. La peau de l'homme et de quelques mammifères me servira plus particulièrement d'exemple ; et en traitant du caractère de quelques autres peaux, je n'aurai en vue que d'en saisir les rapports les plus remarquables. J'examinerai en particulier les trois tissus divers de la peau humaine, parce que c'est la plus compliquée dans son organisation, et j'en ferai comme le type auquel je rapporterai les propriétés des autres espèces de tissus cutanés des animaux.

4. Le derme ou la peau proprement dite bien séparée de la graisse, des lames cellulaires et des vaisseaux qui y adhèrent, ainsi que des fibres musculaires qui le garnissent dans les animaux, est une membrane épaisse, dure, susceptible d'être étendue, se retirant sur elle-même, difficile à couper, présentant des fibres arrangées ou disposées comme les poils d'un feutre, laissant quelques vides aréolaires entre elles, d'une couleur blanche. Quand on la chauffe brusquement, elle se serre et s'agite sur les charbons ardens ; elle se fond, se boursoufle, exhale une odeur fétide, et se réduit en un charbon dense, assez difficile à brûler. Elle donne à la cornue les mêmes principes à peu près que la matière fibreuse, une huile épaisse, beaucoup de carbonate d'ammoniaque. Les produits très-fétides en général, les acides faibles la ramollissent, la gonflent, lui donnent de la transparence et la dissolvent ; l'acide nitrique en dégage beaucoup de gaz azote, de l'acide prussique, et la changent en graisse et en acide oxalique : les alcalis caustiques concentrés la dissolvent et la dénaturent

en ammoniaque et en huile. Elle se convertit par sa décomposition spontanée dans l'eau et dans les terres humides et grasses, en matières adipocireuse et en ammoniaque, comme on peut l'observer dans les cimetières. La peau des cadavres qui y sont enfouis depuis plusieurs années, bien distincte et bien séparée des parties sous-jacentes, y présente une plaque grise, assez grasse, cassante, et qui donne tous les caractères d'un savon ammoniacal.

5. L'action de l'eau sur le derme est le procédé qui en fait connaître le plus exactement la nature et la composition. Le derme plongé et séjournant dans l'eau froide se dilate, se ramollit légèrement, se gonfle, perd de sa ténacité, de son étendue en prenant plus d'épaisseur, laisse arracher faiblement les poils qui le traversent et le couvrent, devient demi-transparent, et semble affecter la forme de la nature gélatineuse par cette macération. Si on laisse long-temps la peau dans cette liqueur, elle s'altère, se pourrit, exhale une grande puanteur, devient comme une gelée molasse, et reprend une odeur ammoniacale. Si, au lieu de la laisser se corrompre ainsi, on la fait bouillir avec suffisante quantité d'eau après qu'elle a été gonflée, on la voit se fondre, se dissoudre entièrement et former un liquide visqueux, collant, épais, filant et même glaireux, qui devient d'une consistance et d'une liquidité homogènes quand on le fait bouillir assez long-temps. On fabrique ainsi un véritable mucilage animal, une gelée qui se fige ou se congèle par le refroidissement, et qui forme des colles par l'évaporation et la concentration. Dans une foule d'arts cette propriété est bien connue, et employée avec beaucoup de succès. On fabrique des colles diverses avec la peau de gand, la peau d'anguille, les rognures de peaux de quadrupèdes, de poissons divers, etc. Il est facile de trouver par ce seul procédé une différence remarquable entre les diverses espèces de peaux. Celle de poisson se fond vîte, celles de l'homme et des mammifères, du bœuf et du cheval

ne se dissolvent qu'à l'aide de plus d'eau, de chaleur et de temps; mais toutes, soumises à une macération particulière, finissent par se fondre dans l'eau et passer à l'état de gelée ou de colle.

6. En observant avec beaucoup de soin ce qui a lieu dans ce passage du tissu dermoïde à l'état de gélatine par l'ébullition dans l'eau, on remarque que la peau de bœuf ou de cheval, très-analogue à cet égard à la peau humaine, offre, avant de se fondre, des flocons fibreux ou filamenteux qui nagent dans la liqueur, et ne se dissolvent qu'avec beaucoup de peine, tandis qu'une autre portion a été dissoute dès la première impression de l'eau bouillante. On en a conclu que le tissu dermoïde était composé de deux matières principales, la gélatine et la fibrine. Le citoyen Séguin, qui s'est beaucoup occupé de l'analyse de ce tissu, pour trouver la théorie et perfectionner la pratique de l'art de tanner les peaux, s'est formé sur sa composition des idées plus avancées que celle qu'on avait déja en chimie sur cet objet. Suivant lui la fibre cutanée, fort voisine de la fibrine sanguine ou musculaire, n'est qu'une espèce de gélatine oxigénée, incapable de se combiner dans son état fibreux à l'eau et à la matière du tan : il faut en opérer une espèce de débrûlement, ou la priver d'une portion de son oxigène pour la rendre susceptible de s'unir au tannin. Il paraît qu'une pareille désoxigénation a lieu dans l'action longue et successive de l'eau froide et de l'eau bouillante sur le derme, puisque de fibreux et indissoluble qu'il est d'abord il devient enfin tout-à-fait dissoluble et gélatineux. L'effet de la grande et prompte dissolubilité des peaux de poissons et de quadrupèdes vivipares, et de la promptitude avec laquelle elles forment de la gelée, ainsi que de la grande quantité qu'elles en donnent, favorise cette idée sur la nature oxigénée du derme, puisqu'il paraît être d'autant plus voisin de l'état gélatineux qu'il appartient à des animaux qui respirent moins, qui ont moins besoin

d'oxigène atmosphérique et dont le sang est le moins échauffé.

7. Les observations et les expériences que le citoyen Séguin a faites sur le tannage l'ayant conduit à cette théorie de la nature du tissu de la peau, il est nécessaire de donner ici le résultat de ces expériences. Le précipité de colle ou de gélatine pure par le tannin est cassant, et si le derme était purement gélatineux, les peaux tannées seraient également cassantes. Le tissu fibreux du derme ne se combine point avec le tannin ; mais quand on le fait repasser à l'état gélatineux en lui enlevant l'oxigène, on le rend susceptible de s'unir au tannin. C'est ce que l'on fait dans le débourrement, le ramollissement et le gonflement préliminaire des peaux avant de les soumettre au tannage. La partie fibreuse et tissue du derme étant d'une nature irritable, l'action des acides ou des alcalis faibles fait raccourcir et grossir les petits filamens creux de ces fibres jusqu'à ce que, par cette action même, cette propriété s'épuise par cet effet de raccourcissement qui diminue les dimensions et augmente l'épaisseur du derme. La partie gélatineuse en est dilatée, divisée, facile à dissoudre et dissoute en effet dans l'eau des lavages ; en même temps sa fibrine, dilatée et raccourcie, se débrûle en perdant une portion de son oxigène. A mesure qu'elle se désoxigène, elle se combine avec le tannin qui s'y dépose : elle ne doit pas être trop débrûlée ni repasser à l'état de gélatine pure ; ce qui la rendrait trop tannée et trop cassante : c'est pour cela que dans le débourrement on lui enlève la portion de gélatine qu'elle contient. L'acide gallique qui existe dans l'eau de tan, déja épuisée de tannin par des peaux, et qui s'y reconnaît par la précipitation du sulfate de fer en noir, opère spécialement ce débrûlement de la partie fibreuse de la peau, comme on lui voit opérer la désoxigénation de l'argent, de l'or et de plusieurs autres métaux, lorsqu'on le verse dans leur dissolution : c'est en raison de cette propriété que l'eau de tan épuisée est si utile au gonflement et au débourrement

des peaux. Enfin le derme fibreux ainsi débrûlé, raccourci, irrité, puis combiné à un état demi-gélatineux avec le tannin, ayant perdu sa propriété irritable et sa nature primitive, ne peut plus se raccourcir ni changer de dimension. Cependant ce composé tanné, qui dans un bon cuir n'est pas de véritable gélatine tannée, peut encore s'alonger et s'aplatir, et conserver une sorte de ductilité sous le marteau du cordonnier qui le frappe et le travaille ; mais il conserve, comme les métaux, les dimensions acquises par la pression.

8. Ainsi l'on peut tirer comme résultats de ces observations ingénieuses sur la nature du derme, qu'il est en général formé de deux tissus ou de deux matières distinctes ; l'une qui est gélatineuse, dissoluble tout-à-coup dans l'eau, précipitable tout-à-coup par le tannin : on l'enlève dans les peaux ordinaires de quadrupèdes avant de les tanner. Cette matière est surabondante dans les peaux de serpens, de grenouilles, de lézards, de poissons, qui se fondent vîte dans l'eau et qui deviennent très-cassantes par le tannage. L'autre matière, véritable tissu solide, extensible, élastique, irritable de la peau de l'homme, des mammifères et des oiseaux, est de la fibrine ou de la gélatine oxigénée ; elle contient la première dans ses mailles ; elle se resserre dans un sens et se gonfle dans sa longueur par les stimulans salins ; elle se débrûle par les acides, par une longue exposition dans l'eau et par l'ébullition ; elle repasse à l'état gélatineux ou demi-gélatineux suivant la proportion d'oxigène qu'on lui enlève. Sans doute c'est dans la proportion de ces deux matières que consiste la différence de ces deux espèces de peaux, variable suivant la nature des animaux, leur manière de vivre ; leur oxigénation très-prononcée ou très-faible, etc.

9. Le tissu réticulaire de Malpighi, ou le réseau muqueux situé immédiatement à la surface du derme, et qui contient les papilles nerveuses destinées à la perception du tact, paraît être composé de deux substances différentes ; un enduit géla-

tineux molasse, étendu sur toute la surface de la peau et très-léger, et des tubercules grenus très-fins qui ne sont que des épanouissemens nerveux. L'analyse chimique n'a pas pu s'exercer sur ce tissu, puisqu'il est si fin, si délié, qu'on ne peut pas le détacher en particulier, et que plusieurs anatomistes en ont nié l'existence, n'ayant pas pu l'apercevoir même à l'aide de fortes loupes ou de microscopes. On juge que la couleur noire des nègres a son siége dans le tissu, et qu'elle dépend d'une matière colorante qui y est répandue, parce qu'on peut enlever avec des dissolvans ce corps noir sans toucher au derme et en le laissant blanc, puisque d'un autre côté les lames et les couches d'épiderme que l'on sépare avec adresse sont transparentes et sans couleur. On n'a encore rien fait sur la matière colorante de la peau des nègres, et l'on ne peut pas dire quelle est sa nature ; on sait cependant qu'elle est susceptible de prendre la plus grande partie de sa coloration, et de passer au jaune par le contact de l'acide muriatique oxigéné. Un nègre ayant placé son pied dans une lessive d'acide muriatique oxigéné, et l'ayant tenu quelque temps dans cette liqueur, offrit cette partie presque décolorée et tournant à la blancheur : mais un noir aussi beau, aussi pur que celui qu'il avait d'abord, s'est reformé en entier au bout de quelques jours.

10. Le tissu écailleux, sec et transparent de l'épiderme dans l'homme prouve, par la seule inspection, qu'il diffère singulièrement de celui du derme ; il n'est pas, à beaucoup près, aussi marqué dans les animaux. Les propriétés chimiques en sont aussi très-différentes. Quand on fait bouillir la peau humaine dans l'eau, suivant l'observation du citoyen Chaptal, elle se raccornit d'abord et se sépare en deux parties distinctes : le cuir ou derme, qui se contracte, s'épaissit et prend la consistance d'un cartilage ramolli ; et l'épiderme, qui ne se dissout pas, tandis qu'une ébullition soutenue change le derme en mucilage gélatineux. L'alcool n'attaque

pas l'épiderme, même quand on le tient long-temps en digestion sur cette membrane. Les lessives alcalines caustiques le dissolvent facilement. On obtient la même dissolution avec l'eau de chaux ; mais cette dissolution n'a lieu qu'avec un temps beaucoup plus long que celui qu'exige l'alcali pur. On s'en aperçoit même en frottant entre les doigts une lessive alcaline caustique, qui y prend une consistance et un tact huileux à mesure que la lessive agit sur l'épiderme qu'elle dissout. Le citoyen Chaptal trouve par ces propriétés une analogie entre l'épiderme extérieur du corps humain et la matière qui revêt la soie. Il observe qu'en plongeant une peau garnie de son épiderme dans une dissolution de tannin, ce dernier ne la pénètre que du côté de la *chair*, et que l'épiderme qui ne se combine pas avec cette substance empêche de passer du côté de la *fleur*. Dans le débourrement, l'épiderme est emporté à la peau, qui admet alors le tannin par les deux surfaces ; et la chaux, qui est généralement employée pour le débourrement, agit comme dissolvant de cette membrane extérieure. L'eau de chaux, en raison de la petite quantité de terre qu'elle contient, n'agit que très-peu, et demande à être renouvelée pour enlever cette membrane externe.

ARTICLE X.

Du tissu corné, des poils, des cheveux et des ongles.

1. Presque aucune partie de la surface du corps de l'homme n'est entièrement dépourvue de poils ; à la vérité, ils ne sont et bien prononcés et réunis en quantité considérable que dans quelques régions, sur-tout les aisselles, le pubis, la ligne

blanche, le devant de la poitrine; la région des omoplattes, les cuisses et les jambes, le dos des mains, une partie de la face, du menton et du haut du col. Il existe quelques individus chez lesquels le corps est velu dans presque toute sa surface; mais ils sont en général assez rares. La plante des pieds, la paume des mains, la partie rose des lèvres, la surface du prépuce et du gland, et en général toutes les parties couvertes de l'*epithelium*, sont les seules qui soient constamment privées de poils. Ils sont disposés d'une manière régulière dans quelques parties, courbés en arcs dans les sourcils, courbés et saillans dans les cils, roides et en petits pinceaux dans les narines, où on les appelle *vibices*; hérissés et en bouquets dans la conque des oreilles, tournés en beaucoup de directions diverses au menton, frisés et courts au pubis, aux aisselles, etc.

2. La peau du crâne est garnie de cheveux ou poils longs très-serrés les uns contre les autres, destinés à descendre sur le front, les oreilles, la nuque, le col et le dos lorsqu'on les laisse croître, faisant, comme la barbe, l'ornement naturel de l'homme, et une défense contre la pluie, l'ardeur du soleil, les insectes, les chutes et chocs, le froid, etc. Les cheveux n'ont pas la même structure apparente que les poils des autres régions du corps, quoiqu'ils soient de la même nature. Beaucoup plus touffus et droits, ils s'alongent bien davantage, et n'ont pas de véritable terme dans leur croissance. Les hommes diffèrent beaucoup entre eux par la nature de leurs cheveux; et leurs races sont caractérisées par des cheveux longs et droits, courts, frisés ou crêpus, doux ou roides, alongés ou courts.

3. La couleur des cheveux et des poils fait aussi une des différences les plus remarquables; elle varie dans les pays, les latitudes, les climats, les températures, l'âge et le sexe. Le fœtus humain les a souvent blancs; ils restent tels dans les pays froids: dans les plus rigoureux cependant et vers les

pôles ils sont bruns. Au cinquantième degré de latitude, suivant la remarque de Haller, les cheveux roux étaient autrefois les plus fréquens. Plus les climats sont chauds, plus les cheveux et les poils se rapprochent du noir. Les Albinos font exception à cette règle, et ont reçu ce nom à cause de leur peau blafarde et de leurs cheveux d'un blanc de lait. On dit communément que les tempéramens froids et phlegmatiques qui regorgent de sucs blancs sont caractérisés par des cheveux très-blonds ; que le colérique produit les cheveux roux, et le sanguin les noirs. Quel que soit le climat, les cheveux blanchissent constamment chez les vieillards, et deviennent transparens par la sécheresse de leur centre. On dit encore communément que le chagrin change et blanchit les cheveux ; mais la plupart des physiologistes nient la certitude de cet événement. Quelques maladies produisent cet effet. Dans plusieurs animaux, les lièvres et les lapins sur-tout, l'hiver blanchit les poils et particulièrement vers leur pointe. On a estimé le diamètre des cheveux entre $\frac{1}{300}$ et $\frac{1}{700}$ de pouce. Withof a compté 572 poils noirs dans un espace d'un pouce, 608 bruns et 790 pâles ; de sorte que les blonds passent pour être les plus ténus.

4. Les poils et les cheveux ont une structure très-remarquable, et que plusieurs anatomistes, spécialement Malpighi, Ledermuller, Withof, Chirac et Haller, ont très-bien décrite. Sous le derme, et au milieu de la graisse qui distend le tissu cellulaire, se trouvent plongés, au sein de cette graisse cutanée qui paraît être leur véritable siége, des bulbes ovales, aplaties, rougeâtres, formées d'une tunique dure, élastique, extérieure, arrosée de vaisseaux sanguins. L'intérieur de cette enveloppe externe, dure et facile à couper en petites lames et d'où sort un liquide sanguin plus ou moins visqueux quand on l'ouvre ou quand on le perce, contient une bulbe plus petite, cylindrique, alongée, dure et blanche. La base du poil est renfermée dans cette bulbe intérieure ; le poil y est plus fin, plus mou que dans

sa partie extérieure, recourbé et conique. Il sort du tube recouvert de deux enveloppes fournies par la membrane de l'une et de l'autre bulbes. Arrivé au pore de la peau qu'il traverse, il quitte son enveloppe extérieure et ne garde que l'intérieure. En passant sous l'épiderme immédiatement, il soulève et pousse devant lui cette membrane qui l'entoure, et lui fournit ainsi une seconde enveloppe extérieure. Cette seconde tunique adhère beaucoup à la tunique propre que le poil emprunte de la bulbe intérieure : elle est transparente, dure et cornée. Quand on coupe cette tunique épidermoïde, on trouve le tissu intérieur du poil composé de cinq à dix filamens liés entre eux par un tissu muqueux et collant ; ce tissu intérieur et central du poil est épais comme dans la bulbe elle-même ; il se rétrécit et disparaît par le desséchement.

5. A cette structure décrite par les anatomistes, et sur-tout par l'illustre Haller, j'ajouterai que l'enveloppe extérieure paraît former souvent des écailles détachées de la surface du poil, vers le haut de chacune d'elles, comme de petits rameaux qui s'en sépareraient, et que c'est pour cela qu'en frottant un cheveu entre deux doigts il s'élève toujours comme un épi dans la direction de sa base à sa pointe ; en sorte qu'en passant cet organe délicat entre ses doigts et en le roulant, on reconnaît bien facilement la base de sa pointe en ce qu'il marche toujours dans le sens de cette dernière, c'est-à-dire qu'il descend si la pointe est placée en bas, et qu'il monte si sa pointe est située en haut. C'est par cette structure, qui tient lieu de ramifications, et représente comme des branches très-courtes, que le citoyen Monge a expliqué le feutrage qu'éprouvent les poils par le seul frottement ou la percussion qu'on lui imprime ; ces petits filamens s'engagent dans leurs coches réciproques, et s'accrochent aussi solidement en se serrant les uns contre les autres. On conçoit aussi, d'après la structure indiquée, que les poils et les cheveux, vus au microscope, doivent présenter des espèces de

cylindres ou bâtons transparens et solides comme de l'écaille ou de la corne ; que lorsqu'on les coupe et qu'on en considère une section horizontale, ou perpendiculaire à son axe, ils doivent montrer une espèce de moelle à leur centre ; que ce tissu médullaire central provenant de la bulbe intérieure doit, en se desséchant, laisser transparentes et sèches les membranes seules et donner la blancheur des cheveux ; que lorsqu'ils commencent à se sécher ils doivent se fendre à leur extrémité, et que c'est pour cela qu'on les trouve souvent bifurqués. On conçoit encore qu'en raison de leur double enveloppe et du centre médullaire et filamenteux qu'ils contiennent, les cheveux doivent avoir une certaine force et soutenir des poids quelconques sans se rompre.

6. On peut encore représenter les poils et les cheveux comme des tubes creux ou des canaux, communiquant immédiatement avec le tissu cellulaire, pouvant verser dans l'atmosphère un liquide vaporeux ou susceptible de s'y dissoudre, et formant un émonctoire particulier. Ils sont susceptibles d'arrêter le fluide électrique, et d'isoler les corps, qu'ils recouvrent comme le fait la soie. Ils jouissent, comme beaucoup de tissus animaux, de la propriété hygrométrique dans un degré si marqué qu'on s'en sert pour construire des hygromètres préférables à tous les autres. C'est pour cela que les cheveux perdent si vîte la frisure par le contact de l'eau, de la rosée ou des brouillards. Les cheveux se dessèchent, tombent dans les maladies ; leurs bulbes sont souvent détruites par les dégénérescences et l'exulcération du tissu cellulaire. Ils se gonflent, deviennent douloureux, quoiqu'insensibles dans leur tissu propre, par l'effet du *plica polonica*. Leur diamètre, augmenté dans cette dernière affection, permet au sang de sortir par leur extrémité ; et c'est ainsi qu'il faut concevoir les gouttes de sang ou les hémorragies qui suivent la section des cheveux dans cette maladie terrible. Enfin les poils et les cheveux reçoivent une influence telle des corps exté-

rieurs, que les ouvriers qui travaillent le cuivre les ont colorés en vert par les particules d'oxide de ce métal, même dans leur intérieur et non pas seulement dans la couche externe.

7. Après avoir décrit la structure et les propriétés physiques des poils, il faut s'occuper de l'examen de leurs propriétés chimiques. On n'avait autrefois essayé l'analyse de ces corps que par l'action du feu. Neumann, en traitant une livre de cheveux à la cornue, en avait obtenu cinq onces six gros d'esprit urineux, deux onces un gros de sel volatil concret, trois onces six gros d'huile, quatre onces trois gros de *caput mortuum* contenant vingt-un grains de sel. Mais malgré cette espèce de répartition des produits de seize onces de cheveux distillés par Neumann, il est évident que son analyse n'était rien moins qu'exacte, puisqu'il avait entièrement négligé les fluides élastiques qui se dégagent abondamment des cheveux distillés et dont il n'avait tenu aucun compte; et puisqu'il avait retrouvé le poids total, on ne peut douter qu'il avait été obligé de supposer plus forte la quantité de quelques-uns des produits liquides qu'il avait seuls recueillis. On va voir, par l'exposition d'une analyse plus récente, qu'il y a encore d'autres erreurs dans celle de Neumann.

8. C'est au citoyen Berthollet qu'on doit cette seconde analyse beaucoup plus exacte que celle du chimiste allemand, quoique le chimiste français l'ait publiée en 1776, dans ses *Observations sur l'air*, à une époque où les procédés d'analyse étaient infiniment moins avancés et perfectionnés qu'ils ne le sont aujourd'hui. Deux onces de cheveux ont donné au citoyen Berthollet un gros dix-huit grains ou près d'un treizième de leur poids de carbonate ammoniacal; deux gros et demi ou plus d'un sixième de leur poids, d'une eau sentant très-vivement les cheveux brûlés, ammoniacale dès le commencement de la distillation; quatre gros ou le quart de leur poids, d'une huile très-différente de celle qu'on obtient des autres substances animales: enfin il est resté quatre gros

et demi ou plus du quart de leur poids, d'un charbon dont l'aimant attirait très-sensiblement des molécules, et qu'il n'a pas pu parvenir à calciner. Ce chimiste, en estimant à un gros et un quart la portion d'eau, d'huile et de carbonate ammoniacal perdus, estime à deux gros dix-huit grains les fluides élastiques dégagés dont il n'a point indiqué la nature, et qui sont manifestement du gaz hidrogène carboné, mêlé d'acide carbonique.

9. Dans le récit de cette analyse, il insiste particulièrement sur l'huile fournie par les cheveux, soit en raison de sa grande quantité, soit à cause de ses propriétés très-remarquables, et de sa différence d'avec toutes les autres huiles obtenues de diverses substances animales. Cette huile était jaune d'abord et n'a noirci qu'à la fin de la distillation. Elle n'altérait pas la couleur du carbonate ammoniacal; elle était très-dissoluble dans l'alcool; elle brûlait avec la scintillation et la vivacité que tout le monde remarque dans les cheveux entiers allumés; elle restait sous forme concrète jusqu'au dix-huitième degré du thermomètre de Réaumur : elle ne différait pas beaucoup de la pesanteur de l'eau chargée de carbonate ammoniacal obtenue dans cette analyse; de sorte que fluide, elle la surnageait, et concrète elle se précipitait au fond de ce liquide. Il conclut de ces observations que les cheveux sont sur-tout composés d'huile; mais cette conclusion qu'il pouvait admettre encore en 1776, et qui ne peut plus être regardée comme exacte, ne doit plus être prise que comme une simple preuve de la grande disposition des cheveux à prendre le caractère huileux : ce que prouvent en effet leur inflammation violente, leur fusibilité, leur nature grasse, l'impossibilité non seulement de les dissoudre dans l'eau, mais même de les mouiller. On remarque encore que cette opinion du savant chimiste français est d'accord avec celle de Haller, qui fait observer dans sa grande physiologie une singulière analogie entre les poils et la graisse, la situation constante

des premiers dans la seconde, et les circonstances fréquentes de concrétions graisseuses morbifiques ou de stéatomes remplis de poils.

10. La quantité de carbonate d'ammoniaque fournie par les poils et les cheveux avait déja paru si considérable à Haller, et tellement frappé son attention, qu'il était étonné de ce que J. Godard, celui qui a décrit le secret de la préparation des gouttes anglaises et du sel volatil acheté par Charles II, roi d'Angleterre, se soit servi de soie et non pas de cheveux, qui, dit-il, eussent fourni plus facilement une abondante quantité de ce sel. Cette même abondance faisait douter au citoyen Berthollet, en 1760, si l'alcali volatil n'était pas tout formé dans les cheveux, et il est certain qu'aucune substance animale n'en fournit ni aussi abondamment ni aussi promptement. Il est également bien remarquable que le charbon en soit si difficile à brûler, et qu'il contienne une quantité très-sensible de fer attirable à l'aimant. On serait tenté de croire, d'après ce fait, que les cheveux renferment dans leur intérieur la partie colorante du sang, et que leur charbon, comme celui de cette couleur, contient du phosphate de fer. Ce charbon est dur, brillant, très-adhérent au verre, et semblable au carbure de fer; on peut penser que ce charbon est aussi chargé de phosphate de chaux; car nous avons trouvé ce sel, le citoyen Vauquelin et moi, dans les crins du cheval et dans les ongles de plusieurs animaux; et ces parties ont la plus parfaite analogie, par leur nature et leur composition, avec les cheveux humains. Il y a encore un peu de carbonate de chaux dans la cendre des cheveux; les noirs paraissent même en donner plus que les blonds.

11. Les poils et les cheveux sont les parties du corps humain qui se conservent le plus long-temps; ils n'ont point en eux le même principe de décomposition et de changement de nature qui existe dans la plupart des autres substances animales; ils sont même plus durables que les os; et dans les

anciens tombeaux où les squelettes étaient réduits en poussière, ou détruits tout-à-fait par l'action de l'eau et de l'air, les cheveux encore subsistans, après avoir résisté aux efforts des siècles, attestaient encore que des cadavres humains y avaient été déposés. Il est bien facile de voir que cette conservation dépend entièrement de la nature cornée, indissoluble des cheveux, et que n'étant point altérables par l'air ni par l'eau, qui fondent et atténuent peu à peu toutes les autres substances animales, ils restent avec leurs propriétés et leur composition au milieu même de la destruction qui s'empare de toutes les parties organiques. Garman, dans son traité *De miraculis mortuorum*, cite un grand nombre de faits et d'observations qui prouvent cette indestructibilité et cette durabilité des poils.

12. Quoique si peu altérables, les cheveux ne sont pas cependant étrangers à l'impression de plusieurs réactifs qui en changent plus ou moins la nature. Une forte ébullition dans l'eau, souvent employée dans les ateliers où l'on travaille ces corps, leur fait éprouver un ramollissement et une demi-fusion dont on reconnaît les premiers signes dans l'action hygrométrique que l'eau froide exerce sur eux. Quelques personnes prétendent même qu'en les faisant bouillir très-long-temps, ils se fondent entièrement dans l'eau et forment une gelée; d'autres assurent que ce n'est qu'une portion de l'enveloppe même du cheveu, et non sa propre substance intérieure qui se dissout dans l'eau et donne la gélatine qu'on en retire. Aucun chimiste n'a encore suivi cette action avec assez de soin. La décoction des cheveux est toujours colorée.

13. Les acides ramollissent aussi les cheveux et les décolorent : l'acide muriatique les blanchit d'abord, et ils jaunissent en séchant; l'acide nitrique leur donne une couleur dorée. Les alcalis les dissolvent très-bien et les réduisent à l'état d'une espèce de savon rougeâtre, liquide, en en dégageant de l'ammoniaque et les rapprochant de l'état huileux. Les oxides

métalliques brûlent en général et noircissent conséquemment les cheveux : on s'en sert souvent pour les teindre sur la tête. C'est ainsi qu'en les frottant, ou en les imprégnant de graisse chargée d'oxide de plomb rouge et de chaux, ils noircissent au bout de quelques jours. On y emploie aussi de l'acétite de plomb, quelquefois même du nitrate de plomb, du nitrate de mercure et d'argent. Après l'usage de ces dissolutions métalliques, on frotte les cheveux d'huile, et ils noircissent encore davantage par ce contact. Tous ces phénomènes rapprochent sensiblement le cheveu de la soie, et sur-tout de la corne des mammifères, des écailles de la tortue, etc. Ceux qui ont été décrits pour l'épiderme montrent aussi une grande analogie avec le tissu des poils.

14. Les ongles, que les anatomistes regardent avec raison comme un prolongement de l'épiderme, qui, comme lui, recouvrent un tissu mucoso-nerveux et papillaire, croissent, s'alongent, se renouvellent sans terme, ainsi que le montrent les doigts des Faquirs dans le Malabar. Duverney les a comparés à la corne, et Ludwig aux poils, et ils sont en effet d'une nature ou d'une composition très-analogue. Ils se ramollissent par une longue macération et décoction dans l'eau ; cette décoction ne trouble que très-peu le tannin, moins encore que celle des poils ; on ne peut pas les dissoudre complétement. Ils se dissolvent dans les acides, se fondent dans les alcalis, se colorent et se brûlent dans les dissolutions métalliques, adhèrent aux matières colorantes, et se teignent solidement, ainsi qu'on peut le voir par l'inspection des mains des teinturiers.

15. Il faut conclure de tous ces faits réunis que le tissu corné animal, et spécialement la matière de l'épiderme, des poils et des ongles, est une substance gélatineuse oxigénée, peu ou point dissoluble, rendue solide, élastique, inaltérable et si durable dans sa nature intime, non seulement par son état d'oxigénation, mais encore par son union avec une quantité assez grande de phosphate de chaux, et même avec un

peu de carbonate de chaux ; de sorte que ces sels concrescibles et si peu dissolubles, déposés avec une matière gélatineuse oxigénée, la mettent comme dans un état d'une substance tannée. Tout annonce que ces tissus cornés, assez abondans sur la masse du corps de l'homme et des animaux, sont des espèces de réservoirs où se porte l'excès de matière nutritive et de phosphate de chaux. La première s'y dépose spécialement à l'époque de leur vie, où l'accroissement a pris son terme ; la seconde s'y rassemble, sur-tout dans les animaux, où l'urine ne charie pas cette matière des os, comme je le ferai voir en parlant du liquide urinaire et du tissu osseux : aussi les mammifères dont je parle ont-ils la peau entièrement couverte de poils ; tandis que l'homme, dont la peau est presque nue, évacue par l'urine l'excédent ou le trop plein de la matière osseuse.

ARTICLE XI.

Du tissu cartilagineux.

1. Le tissu cartilagineux a une consistance et une structure qui le distinguent assez de tous les autres : c'est un corps presque solide, blanc, d'une demi-transparence laiteuse, assez analogue à la couleur de la calcédoine ou de l'opale, susceptible de compression, très-élastique, que l'on coupe facilement, lisse et poli dans sa coupure, comme une matière résineuse, grenue, et comme chagriné dans sa cassure. Il n'a pas la dureté du tissu corné, et tient le milieu entre cette substance et le ligament. Les cartilages sont le plus souvent placés aux extrémités articulaires des os qu'ils recouvrent, et avec le tissu desquels ils se confondent, ou entre des os dont ils ménagent l'écartement et dont ils adoucissent le frottement, soit

qu'ils y soient mobiles, soit qu'ils y soient fixes. Quelquefois ils constituent des espèces d'organes particuliers, comme dans le larynx de l'homme.

2. La structure du tissu cartilagineux est difficile à déterminer et à décrire, et Haller avouait qu'elle était beaucoup plus obscure que celle des os. On ne le distingue pas de ce dernier dans le fœtus. La différence d'avec le tissu osseux est très-légère dans ceux du larynx et des côtes ; jamais ou presque jamais il ne se change en tissu osseux dans les deux parties du larynx et des côtes. Dans quelques cartilages on voit à l'intérieur une sorte de mie ou de tissu grenu, recouvert d'une matière plus blanche et plus fine : on a beaucoup de peine à voir des lames ou des fibres dans cette partie. Les tendons, qui éprouvent une grande pression, se changent en cartilages, comme celui du long péronier dans son trajet sur l'os cuboïde : la glande thyroïde, les tuniques des grosses artères, les parois des kystes et des anévrismes, deviennent souvent cartilagineuses. Les premiers rudimens des os dans le corps humain sont de vrais cartilages ; il n'y a plus dans l'adulte, et par les progrès de l'ossification, qu'une croûte légère, cartilagineuse à leur extrémité. Les cartilages articulaires et les interarticulaires ne s'ossifient jamais en raison de leur continuelle humectation. Les cartilages intervertébraux, formés en cerceaux ligamenteux dans leur extrémité, et en suc glutineux, épais, blanc, semblable à un empois floconeux, dans leur centre, ne s'ossifient que très-rarement.

3. Quelques expériences familières et domestiques sont propres à faire connaître la nature chimique du cartilage. On sait que cette matière animale se ramollit dans l'eau ; que par le ramollissement, les lames ou les fibres qui entrent dans sa structure deviennent sensibles en se gonflant, en se fendant et en se détachant de la surface osseuse dans leur partie fendillée ; qu'ils prennent par une longue ébullition la nature gélatineuse, et la transparence qui caractérise cette substance.

Ces phénomènes se présentent aux extrémités des os qui accompagnent la viande que l'on fait cuire dans l'eau, et plusieurs personnes aiment à manger ces parties cartilagineuses ramollies et changées en gelée par la coction. A ces premières et simples données des procédés économiques, Hunter, l'un des anatomistes qui s'est le plus occupé de la nature du cartilage comparé à plusieurs autres parties animales, a réuni plusieurs essais par lesquels il a voulu prouver la différence de son tissu d'avec celui des os. Suivant ses essais, les cartilages ne se ramollissent pas dans les acides; il se dissolvent complétement dans l'eau chaude. Ils ne sont pas colorés comme les os ou avec eux, par la garance qu'on mêle à la nourriture des animaux.

4. On ajoute à ces propriétés caractéristiques, que les cartilages ne s'exfolient pas dans les maladies; qu'ils ne se ramollissent pas comme les os; qu'ils ne se régénèrent point après avoir été détruits. C'est encore à Hunter que l'on doit ces observations rapprochées. Haller conclut de ces faits réunis que le cartilage est formé par un gluten épaissi, dans lequel on peut le convertir par l'art; que ce gluten reçoit, en se concrétant, une légère portion de matière calcaire ou de phosphate de chaux qui le solidifie; que c'est pour cela qu'il se forme du tissu cartilagineux dans les parois des artères, dans les membranes de la rate, dans l'épaisseur de la plèvre, du péricarde dans lequel il s'écoule un suc glutineux; que leur ossification, qui a eu lieu dans quelque cas ou chez des sujets très-âgés, dépend d'une trop grande quantité de matière calcaire qui se précipite et se rassemble dans leur tissu vésiculaire, soit en raison de sa surabondance connue dans les vieillards, soit par la dilatation des vaisseaux qui y portent le suc nourricier. Ce grand anatomiste convient, d'après l'analogie du cartilage avec les os, qu'il doit y avoir dans le premier comme dans le second des fibres et des lames, et qu'elles y sont cachées par le gluten opaque et homogène qui les recouvre et les enveloppe de toutes parts.

5. En empruntant ces considérations générales de l'immortel ouvrage du célèbre physiologiste de l'Helvétie, j'ai voulu suppléer au silence des chimistes sur la nature des cartilages ; je n'en connais aucune analyse particulière. Si ce que Haller avance était parfaitement exact, il en résulterait que le cartilage serait d'une composition semblable à celle du tissu corné ; et cette analogie, au moins prise dans toute la latitude où elle se présente ici, n'est pas vraisemblable, puisque l'aspect seul du tissu cartilagineux, ses propriétés vivantes, ses usages, ses altérations morbifiques prouvent qu'il existe une différence assez notable entre les deux tissus. On doit bien admettre entre eux la présence du phosphate de chaux dans le cartilage comme dans le tissu corné ; mais il paraît qu'outre une différence notable dans la proportion, la matière gélatineuse du premier diffère de celle du second par une modification que la chimie est seule en état de déterminer, et qui peut répandre beaucoup de jour sur la connaissance encore fort imparfaite que l'on a de la nature intime du cartilage.

ARTICLE XII.

Du tissu osseux.

1. Le système ou l'ensemble des os qui soutiennent toute la machine animale, qui lui donnent sa figure générale, sa grandeur, sa solidité, forme le dernier tissu solide qui doit être examiné, puisque les os sont les dernières parties que l'on trouve dans l'ordre de la dissection, celles qui offrent le dernier terme de la nutrition, et à la nature desquelles passent plusieurs des tissus précédens. Il y a dans l'économie animale une puissance qui tend à produire la matière osseuse et à la déposer dans la plupart des autres organes. Aussi la

fin naturelle de la vie dans les animaux semble-t-elle tenir à l'ossification qui prédomine sur les autres fonctions, et qui s'oppose à leur exercice. Les os constituent une des parties les plus généralement répandues dans toute la continuité du corps animal, puisqu'il n'est aucune région dont la base ne soit un organe solide ou osseux. Il faut donc les compter parmi les tissus appartenant à toute l'économie animale, et jouant dans la vie un des rôles principaux qui en entretiennent l'existence.

2. Tous les os, liés les uns aux autres par des fibres ligamenteuses rapprochées et articulées, forment un tout brisé et mobile dans un grand nombre de points; sans être écartés ni séparés dans l'état sain, ils constituent dans leur ensemble ce qu'on nomme le squelette. Leur solidité, leur couleur blanche, leur élasticité, leur densité et leur pesanteur spécifiques, le poli qu'ils sont susceptibles de prendre, les distinguen assez d'avec tous les autres organes. Pour les caractériser, on distingue parmi les os nombreux qui forment le squelette, ceux qui sont plats, les os longs, les cylindriques, les cubiques, etc. On y trouve des surfaces polies, des cavités, des éminences ou apophyses, des dépressions, des impressions, des âpretés, des sillons, des sinuosités, des canaux qui, en les caractérisant chacun en particulier, rappellent par le seul aspect leurs rapports, leurs contiguités avec beaucoup d'autres parties, et les usages auxquels ils sont destinés. Leurs extrémités offrent ordinairement des surfaces saillantes ou creuses, des engrenures, des têtes, des cavités, des condyles, des poulies nues, ou le plus souvent recouvertes de cartilages destinés à les unir étroitement avec leurs voisins, ou à leur permettre de se mouvoir, de glisser les uns sur les autres, et de changer plus ou moins fortement de situation respective. Dans les jeunes animaux les os sont plus nombreux, parce que beaucoup d'entre eux sont séparés en plusieurs, et présentent des parties détachées ou distinctes qu'on nomme *épiphyses*. Ces parties séparées disparaissent avec l'âge, et les os même se

soudent dans beaucoup de points les uns avec les autres, de sorte que le squelette tend à ne faire qu'une seule pièce dans le vieillard. Tous les os sont recouverts d'une membrane qui leur est fort adhérente, qui a plusieurs lames très-distinctes, et qu'on nomme *périoste*. L'anatomie s'occupe de cette structure extérieure, de la description des os les uns après les autres, avec tant de soin et de détails, qu'une grande partie des ouvrages sur cette science y est consacrée, parce qu'on la regarde comme la base de toutes les autres connaissances anatomiques. L'œil de l'homme instruit, porté sur le squelette, en rapproche bientôt toutes les autres parties, de manière qu'il devient le type sur lequel la mémoire élève, comme la nature semble l'avoir fait elle-même, tout l'édifice du corps animal.

3. La structure intérieure des os est aussi importante à connaître que leur surface et leur figure, sur-tout pour parvenir jusqu'à déterminer leur nature intime ou leur composition. Ces organes solides paraissent, lorsqu'on les brise, formés de lames appliquées les unes sur les autres, tantôt très-rapprochées et très-serrées, comme dans le centre des os longs, tantôt écartées et laissant entre elles des cavités poreuses, et offrant de petites vésicules, comme celles d'une éponge : aussi nomme-t-on spongieux ou cellulaire ce dernier tissu. Les os plats sont, en général, formés de deux tables entre lesquelles se rencontre un vide, et qui sont soutenues par quelques fibres solides partant de l'une et de l'autre table ; ce vide est rempli par un tissu molasse rougeâtre, qu'on nomme *diploé*. Dans les os longs, il y a une cavité ou canal médullaire plein de l'espèce de graisse qu'on nomme *moelle*, laquelle est déposée dans une membrane cellulaire détachée du périoste intérieur, et soutenue elle-même sur quelques lames osseuses ou quelques filamens détachés de la face interne de ces os : des vaisseaux sanguins qui percent le corps de l'os obliquement arrivent jusqu'à ce périoste interne, et y versent le liquide qui les nourrit. La partie moyenne des os longs est composée

de lames très-rapprochées formant une épaisseur considérable : vers les extrémités ces lames s'écartent les unes des autres, se séparent, forment par leur écartement des cellules osseuses qui constituent toute l'épaisseur et toute la force des têtes osseuses ; de sorte que ces parties extrêmes dilatées, très-minces dans leur couche osseuse externe, résistent cependant à une grande pression par le nombre considérable de lames et de colonnes solides qui portent sur la surface interne de cette couche. Le tissu cellulaire de ces parties extrêmes dilatées ou de ces têtes, de ces condyles des os longs, est rempli d'un suc analogue au diploé qui se rencontre entre les tables des os plats. Quelque serrées que soient les lames des os dans leur partie solide, elles laissent cependant suinter facilement entre elles une partie de l'huile médullaire placée dans leurs cavités intérieures. Les os ont un tissu élastique susceptible d'une certaine extension, d'un certain alongement avant de se briser.

4. On a beaucoup plutôt connu la structure externe et interne des os que leur nature intime ou leur composition. Des descripitions exactes et même minutieuses de leurs surfaces, de leurs moindres inégalités, de toutes leurs parties, étaient déja complètes ; les grands travaux de Vesale, de Columbus, de Riolan, de Clopthon-Havers, d'Albinus, de Monro, de Bertin, et de beaucoup d'autres célèbres anatomistes, avaient porté cette partie descriptive à sa perfection ; on avait même fait beaucoup de recherches curieuses sur l'ostéogénie ou la formation des os ; et les précieuses découvertes de Kerkringius, de Duhamel, de Fougeroux, de Haller, de Troja, etc., avaient déja porté quelque jour sur cette belle partie de la physiologie, avant que les chimistes eussent trouvé la véritable nature de ces organes. Jusqu'en 1774 on s'était contenté de distiller les os, d'en déterminer inexactement les produits, d'en ranger vaguement la base solide parmi les terres, quoiqu'on eût entrevu qu'elle constituait une terre particulière. Papin, Hérissant, Lassone, Haller,

avaient soigneusement distingué et prouvé par quelques expériences que les os étaient formés de deux substances différentes ; une glutineuse, susceptible de se dissoudre dans l'eau bouillante, et de former une gelée qu'on savait préparer pour plusieurs arts ; et une autre substance qu'on avait regardée comme calcaire ou absorbante, lorsqu'une de ces découvertes capitales, faites pour changer la face de la science, fut faite par deux chimistes suédois. Gahn et Schéele prouvèrent, par des expériences exactes, que la prétendue terre osseuse était un sel terreux composé d'acide phosphorique et de chaux, qui ne pouvait pas par conséquent se changer en chaux par l'action du feu, ni saturer les acides à la manière d'une terre absorbante ordinaire. Cette découverte fut bientôt confirmée par un grand nombre de chimistes, et sur-tout en France, où le procédé de décomposition des os fut simplifié, ainsi que l'art d'extraire le phosphore, par Rouelle le jeune, Macquer, Poulletier de la Salle, Nicolas de Nancy, et Berniard. On verra bientôt que, dans un dernier travail qui nous est commun au citoyen Vauquelin et à moi, nous avons ajouté une nouvelle précision à l'analyse du phosphate calcaire des os.

5. Les os exposés au feu avec le contact de l'air, si l'on commence par une température douce, se dessèchent d'abord et deviennent cassans ; bientôt une huile graisseuse s'échappe de leur intérieur, et vient jaunir leurs couches externes A la vapeur aqueuse qui s'en exhale d'abord, succède, lorsqu'on augmente le feu, une odeur fétide et grasse ; la surface osseuse brunit, une vapeur blanche épaisse s'en dégage ; la flamme s'en empare, et ils continuent à brûler jusqu'à ce que toute l'huile en soit dissipée. Alors ils sont noirs et charbonnés, si on les laisse refroidir ; mais en les chauffant assez pour les faire rougir, leur matière charbonneuse brûle de leur surface jusqu'à l'intérieur, et ils sont enfin changés en une substance blanche, friable, indissoluble dans l'eau : tels sont les os calcinés dont on fait usage dans les arts pour

frotter et polir le diamant, pour fabriquer des coupelles. Ces os calcinés, lessivés dans l'eau et par les acides, donnent un peu de carbonate de soude, de carbonate de chaux, et une grande quantité de phosphate calcaire. La proportion de cette substance salino-terreuse, par rapport à l'os entier, est de 0.65, terme moyen de beaucoup de variétés relatives à l'âge, à l'état de cet organe, à sa solidité, etc. Si l'on fait fortement rougir des os calcinés, ils éprouvent, en exhalant une lueur phosphorique jaunâtre dont ils semblent être pénétrés, une demi-fusion qui les rapproche de l'état de porcelaine. Ils ont un grain serré fin, demi-vitreux, une densité très-forte, une demi-transparence, et cet aspect doux qui appartient à toutes les terres vitrifiées.

6. En traitant les os dans des appareils fermés, en les distillant dans une cornue, depuis la plus légère température qu'on a coutume d'employer dans cette opération jusqu'au plus haut degré de feu que les vaisseaux puissent supporter, on obtient de l'eau qui prend peu à peu de la couleur et l'odeur ammoniacale huileuse, de l'huile en partie liquide et légère, en partie lourde et concrète, colorée en rouge brun, d'une grande fétidité; du carbonate d'ammoniaque en dissolution dans l'eau et sous forme concrète, sali par une portion d'huile; du gaz hidrogène carboné, sulfuré, et du gaz acide carbonique. Il reste dans la cornue un charbon qui retient la forme des os mis dans la cornue. En examinant avec soin l'eau assez abondamment obtenue dans cette distillation, on y trouve, outre le carbonate ammoniacal, un peu d'acide sébacique et d'acide prussique unis avec l'ammoniaque : l'huile épaisse, séparée des autres produits, et soumise à une rectification, devient en partie liquide, volatile, d'une odeur presque aromatique, et en tout semblable à celle qu'on nomme *huile animale de Dippel;* elle est toujours un peu ammoniacale, et verdit le sirop de violettes. Le charbon calciné dans des vaisseaux ouverts et poussés au blanc, donne les mêmes résultats que

ceux qui ont été énoncés à l'article 5. Autrefois les produits de la distillation des os étaient employés en médecine, et on préférait ceux qui provenaient ou du crâne humain ou du bois de cerf. On voit bien que ces phénomènes de la combustion et de la distillation des eaux, les vapeurs, l'inflammation, les produits liquides et gazeux, sont dus à la partie gélatineuse ou vraiment animale de ces parties; car les sels terreux ne peuvent en être ou la cause ou la source.

7. Les os exposés à l'air s'y dessèchent peu à peu; ils deviennent cassans et arides; ils blanchissent lorsqu'ils sont long-temps frappés par la rosée; ils jaunissent ensuite, surtout à la longue et pendant les temps chauds : en se colorant ils deviennent gras et huileux à leur surface. Après beaucoup de temps, brunis par une sorte de combustion lente, ils se délitent, se séparent en petites écailles, et tombent en poussière. C'est ainsi qu'ils se détruisent peu à peu dans les campagnes et les cimetières; mais des siècles suffisent à peine pour opérer cette destruction difficile. J'en ai examiné qui avaient séjourné près de trois cents ans dans un charnier, défendus à la vérité de l'eau de la pluie, et qui, très-durs et très-élastiques encore, contenaient presque entière leur partie gélatineuse. Vanswieten cite un squelette conservé dans son muséum, dont les os se détruisaient spontanément et tombaient en poussière par l'effet d'un virus qui, suivant lui, subsistait encore dans ce sujet, et réagissait sur le tissu et la composition de ses os. On sait que ces organes reçoivent et font germer facilement de petites graines de végétaux qui en recouvrent la surface d'une mousse verdâtre; qu'enfouis dans la terre, ils admettent dans leurs pores du carbonate de chaux, que l'eau dépose entre leurs couches, en les privant d'une partie de leur gélatine; que quelquefois ils en sont encroûtés, et prennent improprement le nom d'*os pétrifiés*; enfin, que pénétrés par une dissolution d'oxide de cuivre, ils se teignent en vert, et portent alors le nom de *turquoises*.

8. L'action de l'eau sur les os est un des phénomènes les plus anciennement connus, et celui qui a été employé avec le plus de succès pour en déterminer la nature. L'eau froide n'agit que très-lentement sur ces organes ; quand ils y séjournent quelques jours, elle en pénètre peu à peu les pores, elle divise et écarte leurs lames, elle ramollit leur parenchyme gélatineux ; leur suc médullaire se change facilement en matière adipocireuse. L'eau bouillante en attaque le tissu, lorsqu'on les a auparavant réduits en petits fragmens, en copeaux, en poussière, ou en lames minces ; elle dissout leur matière blanche cartilagineuse, et la change promptement en gélatine très-pure : c'est même avec ces corps que l'on prépare la gelée la plus blanche, la plus transparente, la plus douce et la plus susceptible de recevoir toutes les saveurs, tous les parfums, tous les assaisonnemens les plus variés. On extrait ainsi un aliment léger et agréable de la corne de cerf. Ainsi l'ivoire et les os fournissent une nourriture utile dans quelques circonstances. On ramollit la substance gélatineuse des os dans ces organes tout entiers, lorsqu'on les soumet à l'action de l'eau élevée à une température bien supérieure à celle de son ébullition ordinaire, comme cela a lieu par la compression forte dans la machine ou le digesteur de Papin, où les os les plus solides se ramollissent en quelques minutes. Ces corps ainsi privés de leur substance gélatineuse par l'eau deviennent ensuite, lorsqu'on les chauffe lentement, secs, cassans et friables ; leurs lames se séparent facilement les unes des autres. Je n'ai parlé ici que de l'action de l'eau sur les lames osseuses pures et séparées de tout ce qui ne leur appartient pas. La proportion de cette gélatine *extraite* des os par le moyen de l'eau paraît être de 0.25 à 0,35. Si l'on chauffe dans ce liquide des os entiers et frais, leur périoste ainsi que les tendons et les ligamens qui y restent attachés s'y dissolvent et augmentent la proportion de gélatine ; leur moelle se fond et se rassemble à la sur-

face sous la forme d'huile. Voilà pourquoi ils contribuent à la qualité alimentaire douce et onctueuse du bouillon. L'estomac et la force digestive opèrent encore mieux que l'eau chaude la décomposition des os, et les animaux qui les prennent pour alimens les rendent privés en grande partie de leur matière gélatineuse, comme on le prouve par l'analyse chimique des excrémens des chiens ostéophages, excrémens si ridiculement nommés autrefois en matière médicale, *album græcum*.

9. Il y a long-temps qu'on sait que les acides les plus faibles ont la propriété de ramollir les os, et d'en dissoudre la partie qu'on nommait *terreuse*. Hérissant, en examinant avec quelque soin ce phénomène dans un Mémoire inséré parmi ceux de l'Académie des sciences de Paris pour 1758, a cru trouver dans l'acide nitrique, avec lequel il ramollissait les os qu'il y laissait tremper, en dissolvant leur terre qu'il croyait crétacée, sans toucher à leur partie cellulaire membraneuse, un moyen d'isoler les deux matériaux constituant ces organes. Haller a vérifié ce ramollissement même par l'acide acéteux et le jus de citron : il a même soupçonné que dans le ramollissement des os par l'effet des maladies, il y avait un acide qui les rongeait ainsi. Tous les chimistes ont vu ensuite qu'une dissolution des os dans les acides précipitait par les alcalis une matière comme terreuse, qui n'avait pas la propriété de devenir de la chaux vive par la calcination. C'est à Schéele qu'est due la véritable connaissance de ce phénomène. Après avoir dissous, comme Hérissant, des os dans l'acide nitrique, il a filtré la liqueur, reconnu que cette liqueur toujours acide, quoique saturée de tout ce qu'elle pouvait dissoudre d'os, précipitait du sulfate de chaux par l'addition de l'acide sulfurique concentré ; et qu'après cette précipitation, la dissolution tirée à clair, et évaporée dans une cornue, donnait l'acide nitrique volatilisé, et laissait de l'acide phosphorique qu'on fondait en verre par une chaleur suffisante. Il a conclu de cette expérience que l'acide nitrique décomposait le phosphate de

chaux, base des os; que leur dissolution dans cet acide était un mélange de nitrate calcaire et d'acide phosphorique; qu'en décomposant le premier par l'acide sulfurique, et en séparant le sulfate de chaux précipité, il ne restait plus qu'un mélange des deux acides phosphorique et nitrique, et que ce dernier mélange chauffé laissait dégager l'acide nitrique volatil, tandis que l'acide phosphorique fixe restait au fond de la cornue. On verra bientôt que les choses ne se passent pas exactement de cette manière; il faut exposer avant de le prouver ce que les chimistes ont fait sur cette action des acides, entre l'époque de la découverte de Schéele et celle de notre propre travail, le dernier qui ait été fait à ma connaissance sur ce genre d'analyse.

10. Poulletier de la Salle et Macquer répétèrent les premiers, à Paris, cette analyse des os calcinés de Schéele, et la trouvèrent exacte par rapport à la présence de l'acide phosphorique dans les os, et à l'art d'en retirer du phosphore. Rouelle jeune, en s'occupant de son côté de cet objet, y vit plusieurs faits importans, et les décrivit avec beaucoup d'exactitude dans le Journal de médecine du mois d'octobre 1777. Tels sont entre autres 1°. le moyen de séparer soigneusement, par des décantations et filtrations répétées, le sulfate de chaux formé dans le procédé de Schéele; 2°. l'essai de la liqueur mise en évaporation par du nitrate osseux ou calcaire pour y reconnaître par la précipitation la présence de l'acide sulfurique; 3°. la portion de sel enlevée et non volatilisée dans la distillation de cette liqueur nitrique et phosphorique par les jets formés dans le liquide épais; 4°. la décomposition du sulfate de chaux par l'acide phosphorique concentré; 5°. l'état de la masse phosphorique vitreuse opaque restant dans la cornue, et offrant un mélange de cet acide, du sulfurique, de base des os ou phosphate de chaux, et de sulfate de chaux; 6°. la difficulté de séparer de cette masse l'acide phosphorique pur; le moyen d'y parvenir en lessivant, en faisant concentrer la lessive par le feu, et en y ajoutant de l'alcool qui en précipite l'acide phospho-

rique en flocons blancs ; 7°. enfin, la fusion de cet acide ainsi préparé et purifié en un verre très-blanc et très-transparent, et la preuve positive que la terre dissoute par l'acide nitrique, et enlevée ensuite par le sulfurique, est vraiment calcaire ; preuve qui consiste à la précipiter du sulfate déposé par le carbonate de potasse, et à calciner le précipité pour l'amener à l'état de chaux.

11. Le citoyen Nicolas, chimiste de Nancy, a donné, peu de temps après le travail de Rouelle, un procédé nouveau et beaucoup plus simple pour extraire l'acide phosphorique des os ; procédé qui a contribué à en faire connaître la nature. Sur des os calcinés au blanc, pulvérisés, passés au tamis, et placés dans une terrine de grès, on verse partie égale d'acide sulfurique concentré ; on agite le mélange avec une spatule de verre ; on y ajoute assez d'eau pour en faire une bouillie claire. Après quelques heures de contact et de repos, pendant lesquels il s'épaissit, on pose le mélange sur une double toile suspendue sur un carrelet ; on le lave avec de l'eau jusqu'à ce qu'elle cesse d'être acide et de précipiter l'eau de chaux, ou jusqu'à ce qu'elle ait dissous tout l'acide phosphorique : on fait évaporer les lessives mêlées, et on en sépare, à l'aide du filtre, le sulfate de chaux en paillettes et filamens soyeux qu'elles déposent pendant l'évaporation, et qu'on lave bien avec un peu d'eau. On continue cette séparation jusqu'à ce que la liqueur ne dépose plus rien ; alors on pousse la concentration jusqu'à donner à la liqueur la consistance d'un extrait mou : on la chauffe assez fortement dans un grand creuset où elle se boursoufle, exhale une fumée sulfureuse et aromatique, pour lui donner ou une forme demi-vitreuse ou pour la vitrifier complétement même en verre transparent et sans bulles ; ce qu'on ne peut obtenir qu'en la tenant fondue un temps suffisant. Si l'on se propose d'en extraire le phosphore, on ne pousse l'opération que jusqu'à la consistance de miel ; car le verre phosphorique ne fournit ce corps combustible qu'avec une assez grande difficulté.

12. Depuis la publication du procédé du citoyen Nicolas, les chimistes se sont tous contentés de le répéter sur différentes espèces d'os pour les comparer les uns aux autres, et déterminer la quantité d'acide phosphorique que chacun d'eux peut fournir. Berniard a comparé ainsi des os fossiles, ceux de baleine, d'éléphant, de marsouin, de bœuf, d'homme, le bois d'élan, les dents de vache marine, l'ivoire. Bullion en a extrait des arêtes de poisson et de l'ivoire, d'où Rouelle avait dit n'avoir pas pu en retirer. Dans nos recherches sur les matières animales, nous eûmes l'occasion, le citoyen Vauquelin et moi, d'examiner avec beaucoup de soin l'acide phosphorique extrait des os, et de le comparer à celui produit par la déflagration du phosphore, dont il diffère par quelques propriétés. Ayant remarqué que celui des os prenait par l'évaporation jusqu'à consistance solide, la forme de paillettes nacrées; qu'ainsi desséché, il n'attirait que très-faiblement l'humidité de l'air; que, fondu en verre, il n'était plus acide ni presque dissoluble : nous vîmes que les os calcinés, dissous dans l'acide muriatique, donnaient également, par une évaporation spontanée, o.33 de cristaux écailleux, brillans, acidules, fusibles en un verre indissoluble, devenant très-dissolubles par un acide quelconque, et sur-tout par un excès d'acide phosphorique, enfin en tout semblable à celui qui est retiré des os par l'acide sulfurique. L'acide nitrique, les acides acéteux et acétique, etc., nous donnèrent une pareille substance avec les os calcinés. Cette matière rougissant les couleurs bleues, précipitable de sa dissolution par l'ammoniaque, les alcalis caustiques, l'eau de chaux en phosphate calcaire insipide et indissoluble, nous a présenté toutes les propriétés d'un phosphate acidule de chaux.

13. Nous avons trouvé par ces premières expériences que les os n'étaient pas décomposés complétement par les acides, quoique tous eussent également la propriété de les ramollir et d'en dissoudre la partie solide; que leur phosphate de chaux

n'était qu'en partie décomposé ; que les acides ne lui enlevaient qu'une portion de sa base, et le réduisaient à l'état de phosphate acidule calcaire ; que là s'arrêtait leur action. Nous avons trouvé ensuite, par d'autres essais, qu'on pouvait préparer aussi le phosphate de chaux acidule avec la base des os et l'acide phosphorique ; que cet acide pur décomposait le muriate, le nitrate et même le sulfate de chaux, moins à la vérité que les deux premiers, et formait ainsi du phosphate acidule calcaire, toujours cristallisable en paillettes brillantes et micacées ; que ce phosphate acidule contenait 0.54 d'acide phosphorique et 0.46 de chaux : tandis que le phosphate de chaux des os ou bien saturé, tenait 0.41 d'acide phosphorique et 0.59 de chaux ; qu'en traitant ce dernier par les acides, on ne lui enlevait que 0.24 de chaux ; que 100 parties d'os calcinés, traités par l'acide sulfurique, se changeaient en 76 parties de phosphate acidule, formé de phosphate de chaux 59, et d'acide phosphorique 17 parties ; qu'il n'y avait que ces 17 parties d'acide libre qui donnassent du phosphore dans leur distillation avec le charbon ; que la portion de phosphate de chaux neutre restait dans le résidu de cette opération, et que c'était pour cela que l'on n'obtenait de 100 parties d'os, suivant les plus exacts calculs de Pelletier, qui a donné d'excellens détails sur cette préparation, que 0.05 de phosphore au plus, tandis que les 100 parties d'os en contiennent réellement 0.16 sur les 0.41 d'acide phosphorique qu'elles renferment.

14. Cette connaissance acquise de la demi-décomposition seulement du phosphate calcaire osseux par les acides, et de la formation d'un phosphate acidule, nous a donné des résultats utiles pour l'extraction de l'acide phosphorique des os, leur analyse, la préparation du phosphore, et même pour l'ostéogénie.

Le calcul et l'expérience nous ont appris qu'il ne faut employer que $\frac{2}{5}$ de leur poids d'acide sulfurique concentré pour décomposer les os calcinés, au lieu de $\frac{2}{3}$ qu'avaient conseillés les chimistes.

Pour analyser complétement les os, et connaître la proportion d'acide phosphorique et de chaux qu'ils contiennent, après avoir dissous leur base terreuse par un acide quelconque, le nitrique ou le muriatique, il faut précipiter cette dissolution par l'acide oxalique, qui décompose le phosphate acidule de chaux comme tous les autres sels calcaires, qui laisse conséquemment l'acide phosphorique bien libre dans la liqueur, surnageant le précipité qu'il y forme, et qui, contenant sur 100 parties 0.48 de chaux, indique ainsi la quantité de cette terre. Aucun carbonate alcalin ne décompose le phosphate acide de chaux, et ne peut servir conséquemment à cette analyse complète.

Ce qu'on obtient des os traités par l'acide sulfurique, ne donnant de phosphore qu'en raison de la proportion de l'acide phosphorique libre du phosphate acide de chaux, en traitant la lessive par du nitrate ou de l'acétite de plomb, on décompose complétement, et par double attraction élective nécessaire, le phosphate acide de chaux; tout son acide phosphorique se dépose uni au plomb; toute sa chaux reste en dissolution combinée avec l'acide nitrique ou acéteux. Le précipité bien lavé, distillé avec du charbon, donne plus du double de phosphore que le produit simple de l'évaporation de ce qu'on nommait *acide phosphorique des os;* par là on en a de 0.08 à 0.12 au lieu de 0.05 qu'on avait extrait jusqu'ici.

La dissolubilité si facile et si abondante du phosphate de chaux osseux dans l'acide phosphorique, la formation si prompte de phosphate acide calcaire, expliquent une suite de phénomènes importans sur l'ostéogénie et les maladies des os qui ne doivent pas être détaillées ici, mais qui trouveront leur place ailleurs.

15. Les alcalis caustiques et les carbonates alcalins n'ont aucune action sur le phosphate de chaux osseux, et n'en opèrent aucune décomposition, quoique les chimistes l'aient cru et aient même proposé de faire fondre des os calcinés avec le carbonate de potasse ou de soude. C'est un fait dont nous nous sommes

bien assurés, le citoyen Vauquelin et moi, et que nous avons constaté par des expériences très-exactes. On verra par la suite que cette impossibilité de décomposer le phosphate de chaux par le carbonate de potasse ou par la voie sèche ou par la voie humide, opposée à la facilité avec laquelle l'oxalate de chaux est décomposé par le même sel, nous a beaucoup éclairés sur l'analyse de plusieurs espèces de concrétions urinaires. Les alcalis et leurs carbonates en dissolution agissent à l'aide de la matière gélatineuse des os qu'ils ramollissent et dont ils favorisent l'extraction. Aucun sel n'a de véritable action sur le tissu osseux.

Les oxides métalliques et leurs dissolutions dans les acides en brûlent plus ou moins fortement la partie membraneuse ou la colorent en la pénétrant lorsqu'elles sont étendues d'eau : c'est ainsi que les dissolutions de cuivre verdissent les os exposés à leur contact, et qu'il se forme des turquoises artificielles dans des pièces d'os suspendus dans l'acide nitrique très-faible, ou même dans d'autres liquides, lorsqu'une simple épingle de cuivre y est plongée en même temps qu'elles.

16. Parmi les matières végétales, si l'on en excepte les acides déja indiqués, on ne connaît que les huiles et quelques parties colorantes susceptibles de pénétrer le tissu osseux, sans doute dans sa substance gélatineuse, et de lui donner, ou une flexibilité onctueuse, ou un poli doux, ou une couleur plus ou moins forte. On sait, relativement à ce dernier fait, combien il est facile de teindre les surfaces osseuses, de faire pénétrer même assez avant la couleur entre leurs lames profondes ; combien la matière colorante y adhère, quelle vivacité elle y prend, d'après les ouvrages si variés d'os teints que l'on fabrique tous les jours. On voit encore une preuve saillante de cette adhérence des matières colorantes pour le tissu osseux, dans la couleur rose brillante que les os contractent chez les animaux vivans, par la garance que l'on mêle à leurs alimens. La belle nuance que ce végétal leur donne

semble même annoncer que sa couleur est avivée par un acide avant de se déposer dans les lames osseuses.

Parmi les matières animales, les graisses et les substances colorées agissent comme les précédentes sur les os ; et les acides qui naissent dans les altérations spontanées de ces matières vivantes, dissolvent le phosphate de chaux, et ramollissent le tissu osseux aussi facilement que ceux qui appartiennent aux fossiles ou aux composés végétaux.

17. Tous les faits réunis sur l'analyse du tissu osseux prouvent qu'il est composé de deux substances principales, une base gélatineuse ou glutineuse, et un sel indissoluble. La première en fait le véritable type organique ; c'est elle qui existe d'abord en membrane, en cartilage, et qui se remplit peu à peu par les progrès de l'ossification dans les jeunes animaux, de petits cristaux de phosphate de chaux qui en garnissent les aréoles, et qui y prennent la forme grenue, lamelleuse, cellulaire, que détermine celle de ces aréoles primitives, à la manière d'une espèce de moule. L'une se dissout dans l'eau, se décompose peu à peu, et laisse les os cassans à mesure que sa proportion diminue. L'autre dissoluble dans tous les acides qui l'enlèvent, réduisent l'os à mesure qu'elle est dissoute à sa première nature cartilagineuse ou gélatineuse. L'une donne la forme primitive, la souplesse, le tissu doux et poli. L'autre produit la solidité, la dureté, la résistance, la forme permanente. La première, dominante, permet aux os de s'étendre, de former des apophyses, des sinuosités, des dépressions par l'action attirante des muscles, comprimante des artères, etc. La seconde, quand elle vient à prédominer, s'oppose au changement de forme, rend les os secs et cassans, ajoute souvent à leur épaisseur, les déforme, les grossit irrégulièrement, remplit leurs cavités, etc.

18. Mais si la nature générale, et en quelque sorte commune ou moyenne des os, est aujourd'hui bien connue ; si leur analyse bien faite jette quelque jour sur leur formation

et sur les altérations dont ils sont susceptibles, que ne reste-t-il pas à faire encore, et quelles lumières ne doit-on pas attendre de travaux et de recherches ultérieurs sur les os du fœtus comparés à ceux de l'adulte et du vieillard, sur ceux des différens animaux comparés aux os humains, sur-tout dans les ordres inférieurs des amphibies et des poissons, dont les organes si éloignés de ceux de l'homme, et les fonctions si disparates avec les siennes, doivent apporter des différences si marquées dans la nature et la composition de leurs parties ? Combien de faits intéressans n'offrira pas aux physiologistes l'examen bien fait des os enfouis plus ou moins long-temps dans la terre, exposés à l'air ou plongés dans les eaux, et changés plus ou moins profondément dans leur nature intime, soit par la soustraction de quelques-uns de leurs matériaux constituans, soit par l'addition de quelques matières étrangères !

19. Une vaste carrière est encore ouverte à la chimie, si l'on veut appliquer ses moyens actuels aux expériences si intéressantes sur l'ossification, la régénération des os, commencées sous d'autres rapports par Duhamel, Fougeroux, Haller et Troja ; si l'on compare les progrès de la formation, de la solidification de ces organes dans le fœtus et le jeune animal, à différentes époques, avec la quantité et la nature de ses alimens ; si, en variant ceux-ci, et en y ajoutant des substances qu'on sait influer sur la couleur, la consistance des os, on suit, avec tous les soins convenables, les rapports des uns et des autres ; si on multiplie ces utiles essais dans les animaux de différens ordres, les mammifères frugivores et carnivores, les oiseaux aquatiques et de bois, les amphibies, les poissons même ; si, en mettant les os à découvert dans quelques points chez ces individus vivans, et en enveloppant ces parties osseuses, recouvertes de différentes matières, de divers fluides élastiques, on apprécie par là l'influence de ces contacts et le genre d'altération qu'ils font naître ; si l'irri-

tation externe et la destruction du périoste extérieur, l'irritation intérieure et la désorganisation de la moelle, sont observées avec soin dans leurs effets, et réunies avec les autres modes d'expérimenter des Duhamel et des Fougeroux.

20. La carrière s'agrandit et donne des espérances de succès bien plus importans encore que les précédens, lorsqu'on étendra ces analyses exactes, ces recherches précieuses sur les os malades, ramollis et comme fondus dans le rachitis, les affections laiteuses; durcis et gonflés dans les exostoses de divers genres; rongés et détruits dans les caries diverses, sèches ou humides, lentes ou rapides; disséqués, distendus, boursouflés dans le *spina ventosa*, la nécrose; reformés, régénérés, doublés dans le séquestre, les fractures, le cal. Toutes ces altérations si bien décrites et connues des modernes, dans lesquelles ils ont trouvé et des sujets d'observations qui avaient échappé à la médecine ancienne, et des vues de traitement, et des motifs d'espoir pour la guérison, entièrement négligés jusqu'à eux, ne pourront être véritablement connues; leurs causes ne pourront être appréciées, leur traitement curatif arraché au seul empyrisme qui l'a dirigé jusqu'aujourd'hui, que par des expériences positives, des analyses bien faites, pour lesquelles l'état actuel de la chimie offre des moyens et des ressources si neuves et si supérieures à celles que la science possédait autrefois.

ARTICLE XIII.

Des matières animales contenues dans la boîte osseuse du crâne, ou qui en sortent.

1. Dans les douze articles précédens, il a été parlé des diverses matières liquides et solides qui sont généralement répandues dans tout le corps, et qui en constituent comme les élémens communs. Dans celui-ci, il va être question des matières qui se rencontrent dans la cavité du crâne. On n'y parlera cependant ni des membranes dure-mère, pie-mère et arachnoïde, ni des vaisseaux sanguins, parce que ces corps n'offrent rien de différent de ce qui a été exposé en général sur le tissu membraneux et vasculaire, dans l'un des articles précédens. On traitera de la matière cérébrale, du fluide nerveux, de la liqueur des ventricules et des concrétions pinéales : ce sont en effet les quatre substances particulièrement contenues dans le crâne, et qui, présentant un aspect une structure ou des propriétés physiques différentes de celles qui occupent d'autres cavités du corps, méritent d'après cela un examen spécial. Deux de ces matières appartiennent aux liquides animaux; une autre, aux parties molles; et la dernière, aux solides.

§. Ier.

De la pulpe cérébrale et nerveuse.

2. Le cerveau, ce viscère si régulièrement organisé, si volumineux dans l'homme, où il surpasse par son poids la quantité relative qu'en contient le crâne de tous les autres animaux, creusé à sa surface d'une foule de sillons, relevé en bosses dans beaucoup de points, offrant des inégalités tortueuses qu'on a comparées aux circonvolutions intestinales, formant peu profondément au-dessous de cette surface inégale,

et comme ciselée, une masse homogène de couleur grise à l'extérieur, dans sa couche corticale ou sa substance cendrée, est d'un blanc de lait ou d'ivoire dans l'intérieur, offrant dans sa continuité une admirable série de formes, de contours, de parties saillantes, arrondies, alongées, de cordons, de cavités, de tubercules constans et réguliers dans tous les sujets. Cet organe que les anatomistes, et sur-tout Sœmmering et Vicq-d'Azyr, ont si bien décrit, sans avoir pu rien dire cependant sur l'usage de toutes ses parties si diversifiées; cette énigme anatomique et physiologique, qu'aucun physicien n'a encore pu deviner, représente une espèce de bouillie épaisse, de pulpe plus ou moins solide, partagée en cerveau proprement dit, en cervelet, et en prolongemens médullaires, qui, partant de ces deux centres, donnent naissance à la moelle alongée, aux paires de nerfs et à la moelle de l'épine. Les nerfs qui partent de la base de ce viscère, et ceux qui sortent de la moelle épinière pour se répandre dans tout le corps, et y porter la cause du mouvement et du sentiment, sont eux-mêmes de véritables émanations cérébrales, recouvertes d'enveloppes empruntées aux membranes même de la moelle, d'où ils se détachent, et qu'ils déposent en entrant dans les parties qu'ils vont faire mouvoir et sentir.

3. L'appareil de structure imposante que montre ce viscère, sa grosseur et sa quantité répondant à l'intelligence des animaux, les sens qui en sont voisins et comme les plus prochains appendices, la sensation intime qui avertit tous les hommes que la conscience de leurs actions, de leurs desirs, de leur volonté, que l'exercice de toutes les facultés de leur esprit se rapportent à l'intérieur de la tête; la lésion des fonctions des nerfs, du mouvement, du sentiment, et celle même de la pensée, la démence, la folie, qui accompagnent constamment les changemens morbifiques nés autour ou dans l'intérieur du tissu cérébral, de quelque nature qu'ils soient; le sommeil, l'imbécillité, le crétinisme, l'idiotisme, qui

suivent la pression exercée sur les organes : tout annonce que le cerveau est le siége des sensations, le sensorium commune, le premier foyer de la vie, la source générale des fonctions qu'on nomme *animales* ou *spirituelles*. L'anatomie des animaux, poursuivie dans tous les ordres de ces êtres organisés depuis l'homme jusqu'aux mollusques et aux vers, confirme cette notion générale, en faisant voir la dégradation progressive de l'organisation, de la masse et des diverses portions de ce viscère, répondant avec une sorte de précision frappante à la diminution de sensibilité, d'intelligence, d'instinct et d'organes sensitifs dans ces êtres.

4. Incompréhensible pour les plus habiles anatomistes qui ont le mieux conçu et montré les replis nombreux, les ressorts les plus cachés, les parties les plus délicates, ce viscère pulpeux, cette bouillie sentante et presque pensante, n'offre pas plus de prise, ou plutôt ne donne pas plus de résultats satisfaisans au chimiste qu'au physiologiste qui n'a consulté que sa structure. L'un, après les travaux les plus opiniâtres, est aussi étonné que l'autre du peu de rapport entre leur résultat et les propriétés de cet organe vivant. Peu de savans se sont encore occupés jusqu'ici d'analyser la pulpe ou moelle cérébrale ; et avant les temps les plus modernes, on n'avait même pas eu la curiosité d'essayer d'en reconnaître la nature et la composition ; il n'y avait presque que quelques faits empruntés à l'art de préparer les mets, ou entrevus dans les procédés employés par les anatomistes pour montrer les différentes parties du cerveau, qui eussent offert une notion superficielle de ses propriétés chimiques. Garman en avait annoncé la singulière conservation dans le crâne osseux des cadavres enterrés. Burrhus en avait comparé le tissu à une huile, et l'avait même rapproché de la nature de celle du blanc de baleine. Le citoyen Thouret a le premier décrit une suite de recherches sur la nature de la moelle du cerveau, dans un Mémoire publié parmi ceux de la Société de médecine, et

il l'a présentée comme une sorte de substance savonneuse, composée d'une huile et d'alcali fixe. J'ai publié en mars 1793, dans les Annales de chimie, tom. XVI, une analyse du cerveau de l'homme et de plusieurs mammifères, dont le résultat diffère de celui-là; et je vais en offrir ici une notice.

5. Le cerveau humain, que je prendrai comme exemple et comme type, frais et coupé par tranches, mis dans un flacon portant un tube plongeant sous une cloche pleine d'eau, à 20 degrés de température, a laissé dégager quelques bulles de gaz acide carbonique dans le commencement, mais n'a présenté aucun autre gaz pendant plus d'un an; il a répandu une mauvaise odeur sans éprouver de véritable fermentation ni d'altération bien sensible dans sa consistance, etc.

Exposé à l'air au-dessus de 12 degrés, le cerveau devient très-fétide, prend une couleur verte, se pourrit, et cependant acquiert de l'acidité, et rougit le papier bleu.

Séché au bain-marie, il se coagule d'abord, laisse séparer un peu d'eau, et il diminue de $\frac{4}{5}$ à $\frac{7}{8}$; il se rapetisse, devient jaune; il se pétrit et se pelotone sous les doigts. Chauffé fortement ensuite dans un creuset de terre, il exhale de l'ammoniaque, se ramollit, se boursoufle, devient brun et noir, se fond, répand une fumée épaisse et âcre, s'enflamme, reste long-temps embrasé après la diminution et la cessation de sa flamme; donne alors de l'acide sulfureux produit de la combustion du peu de soufre qu'il contient, se fond dans cet état comme charbonneux, affecte une liquidité filante, se fige en une sorte de bitume noirâtre et fragile, et ne donne pas de trace d'alcali dans son charbon lessivé. Quand on traite le cerveau desséché à la cornue, on en obtient de l'eau chargée de plusieurs sels ammoniacaux, de l'huile assez abondante, du carbonate d'ammoniaque concret, du gaz hidrogène carboné, sulfuré et acide carbonique. On trouve quelques vestiges de phosphates de chaux et de soude, sans alcali dans son charbon.

6. La pulpe cérébrale délayée dans l'eau, et s'y suspendant comme une émulsion épaisse, se coagule par la chaleur, et se sépare en flocons comme du lait traité par un acide. La liqueur, séparée des flocons, est précipitée par l'eau de chaux et par les sels calcaires; elle se colore en évaporant; elle donne du phosphate de soude par la cristallisation. Tous les cerveaux de mammifères et d'oiseaux présentent le même caractère de se délayer dans l'eau par la trituration, et de s'en séparer en flocons coagulés par la chaleur. Cette dissolution visqueuse et glaireuse mousse par l'agitation et imite une forte eau de savon assez bien pour avoir pu séduire par cette apparence. Une partie de cette matière cérébrale, suspendue sous forme émulsive, vient nager comme une sorte de crême à la surface de la liqueur. L'alcool coagule et précipite en flocons rapprochés la matière du cerveau, ainsi délayée et suspendue dans l'eau. Il faut observer encore que cette liqueur, d'apparence émulsive ou savonneuse, n'altère point les couleurs végétales; les acides la décomposent et la coagulent. La pulpe cérébrale, même après sa cuisson et l'espèce de dureté, de coagulation qu'elle éprouve à sec, quand on la fait chauffer au bain-marie, après avoir laissé échapper une portion de ce liquide, et ayant pris dans l'espèce de sécheresse qu'elle acquiert une couleur fauve, en se réduisant au quart ou au cinquième de son poids primitif, n'a pas perdu toute son attraction pour l'eau; elle s'y délaie encore par la seule trituration, et offre une liqueur émulsiforme jaunâtre, qui, à la vérité, se décompose promptement, laisse précipiter des flocons de pulpe durcie, et ne retient plus que quelques sels solubles.

7. Le cerveau durci, cuit, et même commençant à se rôtir comme toutes les substances végétales d'où on tire ensuite de l'huile par la pression, placé entre deux plaques de fer chaud, et soumis à l'effort d'une presse à levier d'un mètre de long et mû par deux hommes, n'a pas fourni une goutte

d'huile liquide. Cette expérience, indiquée par Burrhus, qui dit avoir extrait du cerveau desséché une huile concrescible, n'a point eu de succès ; et il y a lieu de croire que cet auteur a employé un cerveau déja altéré, soit par le temps, soit par les procédés auxquels il l'avait d'abord soumis. Cette propriété de fournir une huile concrète, ou plutôt de se convertir presque dans toute sa masse en une huile concrescible, analogue au blanc de baleine, est cependant acquise à la pulpe cérébrale par la décomposition putride et lente qui s'en empare dans les corps enterrés. C'est une des observations curieuses que nous avons faite, le citoyen Thouret et moi, dans les cadavres dont le sol du cimetière des Innocens de Paris était jonché à une grande profondeur. Tous nous ont offert dans leur crâne la masse du cerveau rapetissée, resserrée, n'occupant plus que du 10e au 15e du volume de cette cavité, y ballotant souvent librement, d'une consistance beaucoup plus ferme que dans son état naturel, d'une couleur noirâtre ou brune foncée à sa surface, grise dans son intérieur. Cette pulpe, ainsi desséchée et racornie, n'offrant plus ni la forme extérieure ni les contours intérieurs du cerveau qui lui avait donné naissance, était cassante, se ramollissait sous le doigt, se délayait dans l'eau, en exhalant une odeur fade, désagréable, présentait tous les caractères d'un savon ammoniacal, et donnait par les acides qui la décomposaient un précipité épais, gras, huileux, fusible, et se figeant en lames cristallines par le refroidissement, dissoluble dans l'alcool, jouissant, en un mot, de beaucoup de propriétés analogues à celles du blanc de baleine. Mais il est bien évident que cette matière huileuse n'existe pas toute formée dans le cerveau, et qu'elle est le produit d'une altération septique, qui annonce, à la vérité, dans la pulpe cérébrale, une disposition plus prochaine que dans plusieurs autres substances animales à contracter cette forme et ce caractère d'une huile adipocireuse.

8. La bouillie cérébrale, délayée dans l'eau et mêlée avec

de l'acide sulfurique, se coagule en flocons qu'on peut séparer aisément et obtenir sur le filtre. La liqueur filtrée contient un peu de matière animale qui se brûle, se décompose et précipite du carbone par les progrès de l'évaporation. On y trouve de la chaux, de la soude, de l'ammoniaque, unis en partie ou en totalité à l'acide sulfurique ajouté, et de l'acide phosphorique libre. La matière coagulée n'offre point les caractères huileux, mais ceux d'une albumine concrète.

L'acide nitrique faible décompose le cerveau de la même manière ; l'acide nitrique concentré le coagule sur-le-champ, en dégage du gaz azote, produit un mouvement, une effervescence, une écume considérables, va presque jusqu'à l'inflammation, fait naître une matière charbonneuse, boursouflée et volumineuse, exhale un mélange de gaz nitreux, de gaz acide carbonique et de gaz ammoniaque. On trouve du phosphate de chaux, de l'oxalate de chaux et de l'oxalate de soude dans la lessive et dans les cendres du charbon obtenu par cette expérience.

L'acide muriatique versé sur le cerveau humain, délayé dans l'eau, en sépare des flocons coagulés, qui nagent à la surface. La liqueur éclaircie par le repos, et séparée du coagulum par le filtre, évaporée à une chaleur douce, donne des pellicules transparentes qui noircissent à la fin de l'opération : on en tire par cette évaporation même, et en absorbant l'excès d'acide par l'ammoniaque, de la soude, de la chaux et de l'acide phosphorique, unis en partie entre eux et en partie à l'acide muriatique. La partie coagulée et séchée donne environ le 10e. ou le 12e. du poids primitif du cerveau employé ; elle présente toutes les propriétés d'une matière albumineuse concrète.

9. Les lessives d'alcalis fixes caustiques agissent puissamment sur la pulpe cérébrale. Cette action a même lieu à froid : il se dégage beaucoup de calorique et d'ammoniaque. Ce dernier effet, qu'on observe même sur des cerveaux frais, se

présente même avec ceux qui sont déja aigris. La pulpe médullaire devient grisâtre et quelquefois légèrement rosée. Quand la dissolution en est opérée par la chaleur, elle se comporte comme un savon. Cet effet ressemble à ce qui a été dit ailleurs de l'action des alcalis sur les substances animales en général, et il dépend de l'altération qu'éprouve, au moment même du mélange, la substance albumineuse cérébrale. On sait assez l'effet opposé des huiles chauffées avec la substance du cerveau, puisque c'est une expérience qu'on fait sans cesse en cuisant, et faisant frire cet organe alimentaire dans l'huile; une partie, près de la moitié, se dissout et donne à l'huile fixe une consistance assez forte: l'autre partie se dessèche, se resserre, se coagule, se cuit, et prend une densité, une saveur agréable et une indissolubilité qu'elle n'avait point auparavant.

10. L'action de l'alcool sur la pulpe cérébrale privée d'une grande partie de son eau par la dessiccation, est un des phénomènes les plus singuliers que m'ait présentés cette substance. Traitée quatre fois de suite avec le double de son poids d'alcool bien rectifié, et par une ébullition d'un quart-d'heure à chaque fois, dans un matras à long col muni d'un bouchon échancré pour perdre le moins d'alcool possible, les trois premières portions d'alcool décanté bouillant ont laissé déposer par le refroidissement des lames brillantes d'un blanc jaunâtre, en quantité moindre dans chacune: la quatrième n'a presque rien déposé. La matière cérébrale a perdu $\frac{5}{8}$ de son poids; et j'ai obtenu en tout, soit par le dépôt spontané, soit par l'évaporation totale de l'alcool, $\frac{2}{8}$ et demi de cristaux aiguillés, de plaques larges ou de matière grenue ou plus serrée. Il y a eu, comme on voit, $\frac{3}{8}$ et demi de perdu en eau volatilisée avec l'alcool. Cette substance cristallisée, d'un aspect gras, s'aglutinait en pâte sous le doigt: elle ne s'est pas fondue à la chaleur de l'eau bouillante, mais seulement ramollie. A une plus haute température, elle est

devenue tout-à-coup jaune noirâtre, et a exhalé en se fondant une odeur empyreumatique et ammoniacale. Elle n'avoit donc pas une véritable analogie avec le blanc de baleine qui se fond entre 32 et 35 degrés, ni avec la matière grasse des corps putréfiés, qui se fond à 28 degrés : elle serait plus rapprochée des cristaux gras lamelleux contenus dans les calculs biliaires qui ne se ramollissent pas même à 90 degrés de la graduation de Réaumur. D'ailleurs, cette dernière substance ne devient à cette température ni ammoniacale ni empyreumatique, comme l'huile cérébrale cristalline extraite par l'alcool.

11. Je dois faire observer ici que la portion de cette huile concrète, séparée de l'alcool qui l'avait dissoute par l'évaporation au soleil, et qui s'est formée en pellicule grenue à sa surface, à l'aide des molécules attirées rapidement vers celles placées au centre, a présenté quelques propriétés autrement modifiées que celles de la portion de la même huile déposée spontanément par le refroidissement de cette dissolution alcoolique. Elle était un peu plus abondante que la première, d'un jaune plus foncé, d'une odeur d'extrait animal bien marquée, et d'une saveur salée très-sensible ; sa consistance molle ressemblait à celle du savon noir ; elle se délayait dans l'eau, lui donnait l'aspect laiteux, rougissait le papier de tournesol, et ne devenait vraiment huileuse ou fusible à la manière d'une huile, qu'après avoir dégagé de l'ammoniaque et déposé du carbone par l'action du feu ou des alcalis fixes caustiques ; elle était donc un peu différente de la précédente ; ce qui annonce que la substance cérébrale ne prend ce caractère huileux, en se dissolvant en partie dans l'alcool, que par une altération qu'elle commence à éprouver dans ses principes et sa composition. Il paraît qu'elle éprouve un pareil changement par son seul séjour dans l'alcool froid ; car le cerveau et ses diverses coupes, les nerfs eux-mêmes, le cervelet, la moelle épinière, toutes matières de la même nature

chimique comme elles sont de la même continuité anatomique, plongés et entièrement macérés dans l'alcool, déposent, au bout de quelques mois, de petites lames ou paillettes brillantes, comme des cristaux d'acide boracique, qui se précipitent et se rassemblent au fond des vases ou des caisses qu'on conserve dans les cabinets d'anatomie, ainsi qu'on peut le voir dans ceux de l'Ecole de médecine de Paris, et de l'Ecole vétérinaire d'Alfort. On est même obligé de renouveler de temps en temps l'alcool de ces vases, et de les nettoyer pour laisser voir les matières qu'ils renferment; mais il est évident que celles-ci dépériront entièrement, et que tout ce qu'elles contiennent de substance médullaire se détruira successivement en passant à l'état adipocireux.

12. J'ai conclu des expériences dont je viens d'offrir le résultat, que la pulpe médullaire du cerveau était une matière albumineuse particulière à demi-concrète, plus oxigénée que celle qui existe dans le sérum du sang, ne contenant pas d'alcali à nu, mêlée d'une grande quantité d'eau qui lui donnait la forme et la consistance d'une bouillie, et qui contenait en même temps quelques phosphates en dissolution; que cette espèce de matière analogue à un blanc d'œuf à moitié cuit ou durci, n'était pas une substance graisseuse ni par conséquent un savon alcalin, comme on l'avait pensé; qu'elle était sur-tout remarquable par sa propriété de passer à l'état adipocireux par la putréfaction qui commence par l'acidifier, par l'action des alcalis caustiques, par celle de l'alcool; que cette substance était immédiatement séparée du sang par les artères nombreuses qui arrivent dans le crâne, et qui parcourent en telle quantité le tissu du cerveau, que ce viscère a été regardé par les habiles anatomistes comme formé des extrémités vasculaires entortillées et repliées. Il est presque superflu d'ajouter que le centre des cordons nerveux est exactement de la même nature que la pulpe cérébrale, puisque ces nerfs ne sont que des prolongemens ou des filamens prolongés du cerveau.

§. II.

Du fluide nerveux.

13. Le plus grand nombre des physiologistes admettent un fluide très-léger, très-mobile, presque comparable aux fluides électrique ou magnétique, qu'ils croient couler par le fait de la volonté ou d'une irritation quelconque de l'intérieur du cerveau, du cervelet, des moelles alongée et épinière dans les nerfs, et auquel ils donnent pour usages de porter ainsi la cause du mouvement et des sensations. Ils ne peuvent cependant administrer d'autres preuves de son existence que la diminution ou cessation de l'action nerveuse par la ligature des nerfs ou par une compression qu'ils imaginent devoir gêner ou arrêter le mouvement de ce fluide. Il n'y a aucune cavité dans les cordons nerveux, on n'y voit aucune autre matière que la moelle qui en occupe le centre, et une liqueur muqueuse qui arrose leurs membranes. Cette difficulté n'en est pas une pour ceux qui se représentent dans ce fluide une ténuité au-dessus de celle qu'on connaît à tous les fluides animaux visibles; non seulement il échappe à nos sens, mais l'imagination même a de la peine à en comprendre la vélocité.

14. En admettant ce fluide il faut supposer qu'il a ou deux genres de mouvemens opposés qu'on ne peut que difficilement concevoir dans les mêmes nerfs, ou deux genres de canaux nerveux, les uns portant le fluide sensitif des organes des sens affectés du dehors dans le cerveau, siége du *sensorium commune*, les autres le chariant du cerveau dans les viscères et dans les muscles pour y conduire le principe de la vie et du mouvement indépendant qui l'entretient dans les premiers, et l'ordre de la volonté qui le sollicite et le provoque dans les seconds. Il faut admettre de plus que ce fluide

nerveux ne suit qu'une seule route, soit dans l'un, soit dans l'autre de ces canaux, car il ne peut retourner sur lui-même, et conséquemment il paraîtrait se dissiper après que son effet est produit ; ce qui s'accorde avec son extrême ténuité et la grande célérité de sa course. C'est sans doute en raison de ces difficultés que quelques physiologistes ont nié l'existence du fluide que d'autres avaient nommé *esprits animaux*, et qu'ils ont pensé pouvoir expliquer les fonctions qu'on lui attribuait, soit par un choc rapide communiqué à un tissu globulaire non interrompu dans le cerveau et les nerfs, soit à une vibration excitée dans les filets de ces organes. A la vérité ces deux hypothèses n'admettent pas moins de difficultés que celle de l'existence d'un fluide, puisqu'elles supposent une tension, une roideur ou une solidité dans les fibres nerveuses que la plus simple observation porte à rejeter.

15. Aucune expérience, aucun fait ne peuvent jeter la plus légère lumière ni donner la plus simple notion de la nature du fluide nerveux. Il est entièrement et parfaitement inconnu de ceux qui l'admettent et qui n'élèvent aucun doute sur son existence. Aucun art, aucun procédé, ne l'ayant encore soumis à nos sens, on a eu recours à des hypothèses pour en expliquer le caractère. On a supposé qu'il était le même que le fluide électrique, mais les nerfs ne donnent aucun signe d'électricité ; et si quelques expériences semblent prouver qu'après la mort ils sont de très-bons conducteurs électriques, aucune ne peut faire même soupçonner son existence dans le système nerveux, et son passage comme son accumulation dans les diverses régions de ce système. Admettre depuis la découverte de Galvani sur l'irritation métallique un fluide particulier différent du précédent, dont le cerveau serait le réservoir et les nerfs les canaux déférens, c'est encore faire une hypothèse destinée à être incessamment renversée par de nouvelles recherches. Quelques-uns ont soupçonné que le fluide nerveux était un gaz, et sur-tout du gaz oxigène, mais

il faudrait des tubes creux pour le conduire, et l'on ne connaît rien de semblable ni dans le cerveau, ni dans les nerfs. On doit donc convenir qu'on ignore absolument ce que peut être le fluide nerveux, ainsi que le mode général dans lequel consiste l'action du cerveau et des nerfs.

§. III.

De la liqueur des ventricules du cerveau.

16. Il y a dans les ventricules du cerveau, comme entre ses membranes et sa surface, une liqueur légèrement visqueuse qui suinte sans cesse des extrémités artérielles, qui lubréfie, ramollit les surfaces entre lesquelles elle existe, et qui les empêche de se coller, comme cela se trouve dans toutes les cavités et entre toutes les faces des membranes du corps. Les auteurs la nomment improprement une vapeur. Elle est sans cesse repompée par les vaisseaux absorbans ou par les veines. Elle s'amasse quelquefois et forme les hydrocéphales de diverses espèces. Il en existe une pareille dans la cavité moyenne de la moelle épinière et entre ses membranes. Cette humeur ne paraît pas différer de celle qui mouille toutes les parois membraneuses du corps humain en général, et dont j'ai déja parlé. C'est un liquide mucoso-gélatineux, plus ou moins albumineux, et contenant quelques matières salines. C'est la même matière qui se filtre entre les faisceaux fibreux de la moelle cérébrale, et qui les rend moux et pulpeux.

§. IV.

Des concrétions pinéales.

17. Les anatomistes savent tous que la glande pinéale, dont on ignore absolument les usages, est fréquemment chargée

dans l'intérieur de sa pulpe, de deux ou trois petites concrétions dures que l'on trouve en écrasant ce corps glanduleux entre les doigts. Ces concrétions sont si communes, que dans les amphithéâtres d'anatomie on n'ouvre que très-peu de cerveaux dans lesquels on ne les rencontre pas. Elles sont ordinairement si petites et si légères qu'il faut en réunir plusieurs pour pouvoir les examiner. Il en faut une vingtaine pour former un gramme. Ce sont des corps irrégulièrement arrondis, âpres et aigus à leur surface, jamais lisses et polis. J'ai trouvé qu'ils étaient composés de phosphate de chaux uni au tiers de leur poids environ de matière gélatineuse. Puisque les calculs de la glande pinéale sont si fréquens dans les cerveaux humains et puisqu'ils ne paraissent pas produire des maladies, on peut les regarder comme des concrétions presque naturelles, comme des espèces de dépôts dont la formation dans cette seule région du cerveau est un phénoméne à la vérité singulier, et dont la cause ou la source mérite d'occuper les anatomistes.

ARTICLE XIV.

Des liquides particuliers à l'œil ; des humeurs aqueuse, vitrée, cristalline et des larmes.

1. Quoique je n'indique en particulier ici, comme humeurs de l'œil, que celles qu'on connaît sous le nom d'humeurs aqueuse, vitrée, cristalline et des larmes ; il y a dans cet admirable organe plusieurs autres substances liquides, molles ou solides, qui mériteraient un examen particulier, mais dont on ne s'est point encore occupé en chimie. On ignore entièrement la nature du *pigmentum* noir ; de la choroïde,

qui paraît être du carbone; de la pulpe molle et transparente de la rétine, principal siége de la vision, et qui n'est certainement pas une simple humeur albumineuse, comme son aspect semble l'annoncer; de ces membranes dures et ténues qui forment la coque de l'œil; de cet enduit brillant nacré et doré qui revêt la face interne du globe de l'œil. On ne s'est guères occupé, ou, pour mieux dire, on n'a encore que quelques notions préliminaires et comme provisoires des humeurs vitrée, aqueuse et cristalline, d'après les essais de Petit et de Chrouet qui ont publié une dissertation sur les humeurs de l'œil. Les larmes sont un peu mieux connues.

2. L'humeur aqueuse est contenue, à la dose d'un quart à un tiers de gramme, dans les deux chambres antérieure et postérieure de l'œil entre la surface intérieure de la cornée transparente et le cristallin. Elle est séparée par les artères du corps ciliaire et de l'iris; elle s'écoule en partie par les pores de la cornée, où elle est reprise par les vaisseaux absorbans. Son renouvellement est si prompt qu'après avoir été évacuée dans l'opération de la cataracte par l'ouverture faite à la cornée, elle est réparée et distend cette membrane en vingt-quatre ou trente-six heures; Halloran en a vu couler en douze minutes un gramme et un tiers d'une blessure de l'œil. Bertrandi voulait qu'elle fût plus légère que l'eau, dans le rapport de 975 à 1000 : il y a lieu de croire que c'est une erreur. Elle est d'une transparence parfaite, d'une saveur légèrement salée, d'une liquidité très-grande. Elle s'évapore entièrement et sans résidu. Les acides et l'alcool n'y produisent point de coagulation; l'acide nitrique, le nitro-muriatique, et sur-tout l'acide muriatique oxigéné ont la propriété de la troubler un peu. Quoique peu chargée de matière animale, elle se pourrit et exhale une mauvaise odeur. On y trouve aussi quelques traces légères de phosphates alcalins de soude et de muriate de soude. Son usage est de distendre la cornée et de soutenir sa forme bombée, de retenir dans leur position le cris-

tallin et l'humeur vitrée. Elle s'amasse quelquefois de manière à pousser en devant la cornée d'une manière hideuse dans l'hydrophtalmie. Elle est comme gélatineuse dans la tortue et quelques poissons.

3. On n'a presque rien dit encore de la nature ou de la composition de l'humeur vitrée ; son nom vient de sa transparence, et de son aspect semblable à du verre fondu. Renfermée dans des membranes ou des cellules membraneuses très-serrées, elle occupe tout le fond du globe de l'œil depuis la face postérieure du cristallin jusqu'à la surface de la rétine ; légèrement rougeâtre dans le fœtus, on ne la voit jamais devenir opaque dans la vieillesse. On ne connaît pas le rapport exact de sa densité ; mais on sait qu'elle est supérieure à celle de l'humeur aqueuse, et inférieure à celle de la cornée. Wintringham l'a trouvée à celle de l'eau : : 10024 : 10000. Sa quantité est considérable ; car, suivant Petit, qui a donné, et dans les Mémoires de l'Académie des Sciences de Paris, pour 1728, et dans des lettres particulières, une description exacte des parties et des humeurs de l'œil, elle constitue à elle seule plus des deux tiers de son poids. Quelques-unes de ses propriétés chimiques ont été indiquées par Petit, Chrouet, Manchart, Zinn. Elle ne se coagule pas dans l'eau bouillante, elle s'évapore toute entière au feu ; elle ne contient que très-peu de sel et de terre ; les acides puissans, les alcalis fixes la troublent un peu. On la trouve glutineuse, épaisse, concrète même et plus ou moins opaque ou au moins colorée dans quelques maladies, sur-tout le glaucôme. Duhamel l'a vue une fois sensiblement rougie dans un animal à qui il donnait de la garance.

Boerhaave observait, il y a déja long-temps, qu'une blessure faite au corps vitré ne laissait sortir que successivement, lentement et goutte à goutte, l'humeur de ce corps, et il en concluait que cette humeur était contenue dans des cellules nombreuses communiquant les unes dans les autres,

plus étroites dans l'intérieur et plus larges au dehors de ce corps ; c'est à cela qu'est due sa viscosité apparente : car lorsqu'on suspend un corps vitré avec un fil au dessus d'un vase, à mesure que l'humeur s'en écoule, les petites cloisons de la membrane hyaloïde se resserrent, disparaissent en se rapprochant, et le liquide recueilli est aussi ténu et aussi fluide que l'eau.

4. Le cristallin, logé dans la fosse antérieure du corps vitré, et renfermé dans sa capsule particulière, est un corps presque solide ou à demi-concret comme une gelée très-épaisse, d'une forme lenticulaire dont on a recherché et décrit avec soin la forme, la courbure, la structure intérieure. Il a environ quatre lignes de diamètre dans l'homme, et le terme moyen de son poids est d'un quart de gramme. Il est plus lourd que l'eau et tombe au fond de ce liquide. Très-mou dans le fœtus, il durcit dans le vieillard, et par l'âge il passe peu à peu, d'une blancheur et d'une transparence parfaites, à une couleur jaunâtre de topaze ou d'ambre, avec une légère obscurité. On le coupe, on l'entame très-aisément ; la pression le broie et l'étend en séparant cependant la plupart de ses molécules.

On sait depuis long-temps qu'il est susceptible de devenir opaque, cartilagineux, osseux, et même d'une dureté presque pierreuse. L'exemple des poissons frits apprend que le cristallin se concrète par la chaleur, qu'il devient blanc et friable comme une sorte de plâtre mou, qu'il se sépare en lames concentriques qu'on partage facilement en une centaine ; que ces lames sont formées de fibres entortillées ou roulées en spirales.

Chrouet, dans son Histoire des humeurs de l'œil, assure que le cristallin donne très-abondamment de l'huile et de l'esprit ammoniacal par l'action du feu. Vingt-quatre grammes de ce corps distillés lui ont fourni deux grammes un quart d'une eau insipide, huit grammes d'eau ammonia-

cale, un tiers de gramme de carbonate d'ammoniaque concret, un peu moins de trois grammes d'huile très-fétide, et huit grammes de charbon dont l'incinération a laissé un gramme et demi de cendre sans sel fixe ou alcali.

Le cristallin devient opaque par sa coction dans l'eau bouillante, par l'action des acides et par l'alcool. Il paraît être formé par une matière albumineuse et concrescible, épaisse, et par une portion de gélatine. On n'en a point encore fait une analyse exacte.

5. Les larmes sont fournies par une glande conglomérée, placée dans une fosse creusée à l'angle externe et supérieure de l'orbite, sortant par six à sept petits canaux ouverts dans la conjonctive, au-dessus de la paupière supérieure et coulant le long de l'œil vers les points lacrymaux. Elles n'ont pas été l'objet de recherches suivies. On les avait représentées comme une liqueur aqueuse un peu salée, ne donnant presque aucun résidu par l'évaporation; et Pierre Petit, dans son Traité curieux sur les larmes, occupé tout entier de leur source et de leurs rapports avec les passions, n'avait presque rien dit de leur nature. L'illustre Haller se plaignait de cette disette de faits dans sa grande Physiologie; il s'était contenté de citer quelques exemples rares des cristaux salins qu'elle avait montrés à Bruckman, de ceux d'une saveur acide austère que Schaper avait observés dans une ophtalmie, du sang qui s'y mêle souvent, de la qualité douce qu'on leur avait trouvée dans quelques maladies. Plusieurs occasions heureuses de nous en procurer s'étant présentées à nous en 1791, nous en avons fait un objet particulier de recherches, le citoyen Vauquelin et moi; et nous avons publié sur l'analyse de cette humeur dans les Annales de Chimie, août de cette même année, un mémoire dont je vais offrir ici le résultat.

6. Nous nous sommes procuré des larmes assez abondamment pour les soumettre à nos expériences, soit chez des personnes sujettes au larmoiement et qui ont bien voulu les

recevoir dans de petits vaisseaux de verre, soit en les faisant couler plus abondamment par l'irritation mécanique des narines, soit par l'effet du froid qui en augmente la sortie chez quelques individus. Cette humeur est claire comme de l'eau, inodore, d'une saveur salée, d'une pesanteur peu supérieure à celle de l'eau distillée. Elle verdit le papier teint avec les mauves et les violettes, sans que cette couleur se dissipe à l'air : preuve qu'elle est due à l'action d'un alcali fixe. Quand on la chauffe, elle offre à sa surface beaucoup de bulles permanentes comme une liqueur muqueuse ; évaporée à siccité elle laisse au plus 0.04 d'un résidu sec et jaunâtre d'une saveur âcre. Dans des vaisseaux fermés elle donne beaucoup d'eau, quelques traces d'huile et d'ammoniaque, et un charbon très-salin. L'incinération du produit de l'évaporation spontanée nous a montré du muriate de soude, du carbonate de soude, très-peu de phosphate de soude et de phosphate de chaux.

7. Les larmes exposées à l'air chaud et sec dans un vaisseaux plat s'épaississent assez promptement, deviennent visqueuses et filantes sans perdre leur transparence ; elles prennent une couleur jaunâtre et quelquefois verte. Il s'y forme des cristaux cubiques que l'alcool dissout sans toucher à la partie muqueuse et épaisse ; ces cristaux verdissent le papier de mauve et annoncent un excès d'alcali. L'eau qui dissout sur-le-champ en toute proportion et délaie l'humeur lacrymale dans son état naturel, n'opère pas de même sur cette humeur épaissie et devenue filante par son exposition à l'air. Celle-ci y reste suspendue comme une matière glaireuse, ou ne s'y dissout que très-lentement ; car l'eau mousse par l'agitation après avoir séjourné long-temps sur cette matière. Voilà donc le contact de l'air qui enlève à une matière animale sa dissolubilité dans l'eau.

Les dissolutions alcalines, qui n'ont aucune action sensible sur les larmes pures, dissolvent promptement les larmes

épaissies à l'air et leur rendent leur première liquidité avec leur première transparence.

L'eau de chaux, les dissolutions de barite et de strontiane ne produisent aucun effet sur les larmes au moment de leur écoulement; mais lorsqu'elles ont été quelque temps exposées à l'air elles troublent ces liquides et donnent des précipités de carbonates terreux très-sensibles. Ce phénomène est dû à ce que ces larmes contiennent un peu de soude pure, qui attirant l'acide carbonique atmosphérique, et passant peu à peu par le contact de l'air à l'état de carbonate alcalin, devient ainsi susceptible d'être décomposé par les dissolutions des trois terres dont l'attraction pour l'acide carbonique est plus forte que celle de la soude. L'alcool forme dans les larmes des flocons blancs très-sensibles, et en retient en dissolution la plupart des sels.

8. Aucun acide n'a d'action sur les larmes au moment où elles s'écoulent, et lorsqu'elles n'ont éprouvé encore aucune altération. Il ne leur arrive d'autre changement que la saturation de la soude qu'elles contiennent : de sorte que la plus petite quantité d'acide suffit pour les empêcher de verdir le papier de mauve. Le résidu de leur évaporation spontanée se comporte autrement avec les acides. Une goutte d'acide sulfurique concentré jetée sur ce résidu y produit une effervescence très-sensible accompagnée d'une vapeur blanche; il se dégage de l'acide muriatique et de l'acide carbonique à la fois : ce qui annonce la décomposition du muriate de soude contenu dans cet acide et du carbonate de soude qui s'y forme par l'exposition à l'air. Les acides muriatique et acéteux ne donnent au contraire qu'une légère effervescence avec ce résidu spontané des larmes, parce qu'ils ne décomposent que le carbonate de soude et ne dégagent que l'acide carbonique.

9. L'acide muriatique oxigéné est un des réactifs qui nous ont donné le plus de lumières sur la nature des larmes. Déja

nous savions, par une expérience à laquelle on n'échappe point dans les laboratoires en activité, que le contact du gaz acide muriatique oxigéné épaissit les humeurs lacrymales au point de rendre difficile et douloureux le mouvement des paupières sur le globe de l'œil. En versant de l'acide muriatique oxigéné liquide sur des larmes au moment où elles coulent de l'œil, il se forme dans ce liquide une légère coagulation ; il se précipite des flocons d'abord blancs, qui jaunissent promptement par une plus grande proportion d'acide. Ces flocons sont indissolubles dans l'eau. A mesure qu'ils se forment, l'acide muriatique oxigéné perd son odeur âpre et l'on reconnaît par là qu'il cède son oxigène à la matière animale. Il n'y a pas lieu de douter que ce qui arrive ici rapidement ne soit produit lentement par le contact de l'air sur les larmes ; que ce n'est, là comme ici, qu'à la fixation de l'oxigène atmosphérique qu'on doive attribuer l'épaississement et la formation d'une humeur blanche, comme puriforme, qui a lieu dans le sac nasal, lorsque les larmes y séjournent arrêtées par quelque obstacle. Une légère compression, sollicitée chez les personnes sujettes à l'obstruction de ce sac par un sentiment de démengeaison, fait sortir par les points lacrymaux cette humeur épaissie, jaunâtre, en petits cylindres ou en gouttelettes alongées, plus ou moins solides, moulées par les branches des syphons lacrymaux. On doit ajouter, à la vérité, à cette action de l'oxigène atmosphérique l'évaporation de l'eau comme cause de cet épaississement, puisque nous nous sommes convaincus chez un sujet atteint d'une obstruction au sac nasal, qu'il pouvait extraire quatre fois plus d'humeur de ce sac engorgé, en l'exprimant toutes les heures, qu'en la faisant sortir toutes les quatre heures. Le même épaississement, dû à l'absorption de l'air par les larmes et à l'évaporation de leur eau, donne naissance à ces petites glèbes d'humeur épaisse, jaunâtre et concrète, qui se forment, pendant le sommeil, autour des caroncules lacrymales.

10. Il résulte de cette analyse que les larmes sont formées d'une grande quantité d'eau qui tient en dissolution un mucilage animal qui n'est pas albumineux, puisque les acides simples ne le coagulent pas, mais d'une nature gélatineuse, et plusieurs substances salines, du muriate de soude, de la soude pure, du phosphate de soude et du phosphate de chaux. Ces deux derniers y sont moins sensibles que les deux premiers. Un des caractères qui distinguent le plus éminemment cette matière animale, c'est la propriété qu'elle a d'absorber promptement l'oxigène, et de former des flocons épais, concrets, indissolubles. Quoique les muriate et phosphate de soude y soient en assez petite quantité, le premier suffit encore pour donner à cette humeur une saveur salée, et pour lui permettre de déposer quelques cristaux salins au dehors de ses couloirs, comme quelques observations rares l'ont fait voir.

Le phosphate de chaux, dont nous n'avons trouvé que quelques indices légers dans les larmes, peut, à ce qu'il paraît, augmenter en proportion dans quelques circonstances, et se séparer sous forme solide : c'est ce qui donne naissance aux concrétions calculeuses qui se forment quelquefois dans la glande lacrymale, et qui se déposent même en petits grains séparés autour de cette glande. J'ai eu deux fois l'occasion d'analyser cette concrétion, et j'en ai trouvé la base solide en phosphate calcaire.

ARTICLE XV.

Du mucus nasal.

1. On nomme *mucus nasal*, ou *morve*, un liquide qui se sépare dans les cavités du nez et qui s'écoule au dehors,

soit par les narines, sous la forme de gouttes, ou sous celle de glèbes plus ou moins épaisses et visqueuses, soit par la gorge en y descendant des arrières-narines, et que l'on rend alors en crachant. Ce liquide est séparé du sang par les artères qui arrosent toute la membrane de Schneider, et paraît se former dans des cryptes glanduleuses particulières, qu'on voit abondamment disséminées sur les narines; il se rassemble aussi en partie de tous les sinus frontaux, de ceux de l'ethmoïde, du sphénoïde et de l'os maxillaire supérieur, sur la paroi membraneuse desquels on ne voit pas de cryptes glanduliformes. Il est aussi mêlé du suc lacrymal qui descend par le canal creusé dans l'os unguis, et qui délaie le mucus nasal épaissi.

2. On doit spécialement considérer et l'abondance et les caractères de ce liquide dans le rhume si improprement nommé rhume de cerveau, où le mucus nasal se sépare en plus grande quantité, et séjourne plus long-temps dans ses couloirs. C'est sur-tout dans cette circonstance que nous l'avons examiné, le citoyen Vauquelin et moi, parce que nous nous le sommes procuré alors très-facilement. Nous avons aussi profité de l'écoulement considérable de mucus que fait naître le contact du gaz acide muriatique oxigéné, pour en recueillir une quantité suffisante aux expériences propres à nous le faire bien connaître. Il est arrivé plusieurs fois au citoyen Vauquelin, très-sensible à l'action du gaz acide muriatique oxigéné, de recueillir par son effet soixante-quatre grammes de ce liquide en moins d'une heure. A l'aide de ces circonstances nous sommes parvenus à en déterminer assez exactement la nature. On sait que ce liquide est très-abondant chez les enfans, un peu plus lourd que l'eau et adhérent à la plupart des corps, même les plus polis.

3. Le mucus nasal est d'abord un liquide clair, limpide, un peu visqueux et lent, sans odeur, d'une saveur salée et âcre, qui irrite la partie la plus délicate de la peau : c'est

vraiment alors la pituite vitrée des anciens. Exposé à l'air et au feu il se comporte comme les larmes, et n'en diffère que par l'abondance de son résidu plus épais et souvent plus coloré. On y trouve des cristaux de muriate de soude, de la soude à l'état de carbonate et des phosphates de chaux et de soude; ces derniers y sont beaucoup moins abondans que les autres. Il verdit le papier teint de fleur de mauve avec les sels; on y rencontre une matière animale qui n'est point albumineuse, qui s'épaissit et se concrète promptement par l'oxigène de l'air et de l'acide muriatique oxigéné, prend alors de l'opacité et des couleurs jaune ou verdâtre, qui se boursoufle considérablement, se remplit de bulles par l'action du feu, et ne laisse que peu de résidu sur les charbons allumés. Ce mucilage animal, plus abondant que dans les larmes, y paraît être de la même nature.

4. Ce liquide, toujours exposé à l'air, qui traverse continuellement les narines, est constamment plus épais, plus visqueux, plus collant que les larmes; et le carbonate de soude qu'il contient, tandis que celles-ci ne contiennent que la soude, annonce que l'air y dépose une partie de l'acide carbonique qu'il recèle, sur-tout au sortir du poumon. Aussi trouble-t-il alors très-sensiblement les dissolutions de barite, de strontiane et de chaux. Dans les narines, la chaleur du lieu, sur-tout dans les rhumes, et le courant d'air qui le frappe sans cesse, contribuent aussi à son épaississement. Le mucilage de l'humeur nasale, en s'épaississant à l'air, y prend souvent la forme de petites lames sèches, brillantes et comme micacées. S'il s'est désséché en très-petites couches, il imite presque ces traces brillantes et légères que laissent les limaçons et les limaces sur tous les lieux qu'ils parcourent. Le mucus nasal n'éprouve point une véritable putréfaction à l'air; on le dirait même entièrement inaltérable et imputrescible, à le voir restant sans contracter de mauvaise odeur, même au milieu de l'eau et à une température assez élevée.

Cependant cette propriété de conservation ne s'étend pas jusqu'à la communiquer aux autres corps qui y sont plongés.

5. L'eau ne dissout point le mucus du nez. On sait que cette matière y reste visqueuse, et qu'elle ne se délaie qu'avec beaucoup de difficultés dans l'eau même par l'agitation. L'eau chaude et l'ébullition ne rendent pas ce singulier mucilage plus miscible et plus dissoluble. Dans l'eau bouillante il paraît d'abord faire corps avec l'eau, et cependant on le voit se séparer et tomber au fond de ce liquide par le refroidissement. Il est vraisemblable que cette indissolubilité est due à la fixation de l'oxigène. Il n'a pas non plus la propriété de rendre les huiles miscibles à l'eau, ni d'en opérer la suspension émulsiforme par la trituration, comme le fait un mucilage végétal. C'est pour cela qu'en lavant et même en faisant bouillir cette humeur épaisse dans l'eau, on dissout et on sépare les sels qu'elle contient sans toucher au mucilage qui en fait la base.

6. Les acides épaississent le mucus nasal quand ils sont concentrés et quand on les emploie à petite dose; mais quand on en met une plus grande quantité ils le redissolvent en lui donnant des nuances diverses de couleur. L'acide sulfurique le teint en pourpre et le rend très-liquide en y formant cependant quelques flocons qui se précipitent au fond. L'acide nitrique un peu fort le dissout en jaune. Le muriatique est celui de tous qui en opère plus facilement et plus complétement la dissolution en lui donnant une couleur violette. L'alcali fixe caustique le décompose, en dégage de l'ammoniaque qu'il y forme et en dissout une portion. Les sels alcalins ou terreux ne lui font point éprouver d'altération et ne le dissolvent pas.

7. Le mucus des narines étant distingué spécialement de tous les autres liquides animaux par le mucilage visqueux qu'il contient assez abondamment, c'est évidemment dans la présence de ce principe qu'il faut rechercher ses usages, et le rôle qu'il joue dans l'économie animale. Outre le genre d'éva-

cuation quelquefois très-abondante qu'il procure, et la proportion de matière évacuée relative à celle des autres organes excréteurs qu'il entraîne hors du corps, ce liquide entretient la mollesse des parois membraneuses des fosses nasales, et prévient la sécheresse que l'air sec passant en torrens continuels à travers ces cavités tend à y faire naître. Il modère la trop grande sensibilité des papilles nerveuses qui s'épanouissent sur cette membrane olfactive ; il arrête et fixe les corps odorans, il en émousse la trop grande activité ; il purifie l'air respiré en lui enlevant les molécules pulvérulentes qu'il entraîne avec lui, et qui seraient plus nuisibles dans les poumons. Toujours contenu dans un lieu chaud, humide et aéré, trois circonstances qui favorisent si éminemment ailleurs la putréfaction, la nature prévoyante y a placé une propriété opposée à la septicité, qui eût exposé l'homme et les animaux à une foule de dégénérescences et de maladies dangereuses.

8. On sait que le mucus des narines est susceptible de changer de nature et de prendre des propriétés très-variées dans les affections nasales. Il s'épaissit, devient jaune, orangé, verdâtre, teint souvent les linges d'une nuance verte très-vive en s'y desséchant ; il fait naître la sensation de la présence du cuivre ; il exhale quelquefois une odeur fade ou fétide. Il devient si âcre dans quelques affections, qu'il semble ronger la membrane des narines, et produit des excoriations autour de leurs ouvertures, ainsi que sur la lèvre supérieure. Enfin il est tantôt liquide comme de l'eau, d'autres fois filant comme une huile ; dans plusieurs cas, épais, visqueux, et toujours transparent comme de la gelée ; dans d'autres circonstances, à demi-concret et blanc, jaune ou vert, comme une humeur purulente. On n'a encore examiné chimiquement aucun de ces changemens, et à peine même y a-t-on fait l'attention qu'ils méritent.

9. Nous avons décrit, avec beaucoup de soin, le citoyen

Vauquelin et moi, l'effet que produit le gaz acide muriatique oxigéné sur le mucus nasal et sur les membranes qu'il recouvre et d'où il se filtre. Au moment même où ce gaz pénètre dans les narines, il y fait naître un sentiment de resserrement et de gêne, dont l'éternument est la suite; il s'établit un écoulement de liqueur claire. Le resserrement et la roideur des membranes du nez et de la gorge restent long-temps : après la cessation ou la diminution du premier écoulement succède un embarras du nez, un enchifrenement; le sens de l'odorat et celui du goût sont perdus. On sent une humeur épaisse et même sèche comme du parchemin dans le nez et dans la gorge; une chaleur âcre se propage dans la poitrine et fait naître un mouvement fébrile : un mal de tête assez violent et un trouble dans les idées accompagnent cet état. Enfin on rend par les narines ou par la bouche des masses blanches ou jaunes concrètes, dont la sortie, qui dure plusieurs heures, procure du soulagement, et le mal cesse peu à peu jusqu'à ce que l'équilibre soit entièrement rétabli. On ne peut pas douter que cette maladie artificielle n'ait de grands rapports avec le rhume naturel, et que dans la production de ce mal il n'y ait, de la part de l'oxigène atmosphérique, une action semblable, excepté que son intensité est moindre, à celle que fait naître l'acide muriatique oxigéné. Dans les froids subits et piquans qui se manifestent par une sorte de sentiment âpre et rude, ce principe de l'atmosphère réagit très-vîte sur le mucus nasal, il l'épaissit en lui enlevant de l'eau, et en se fixant lui-même; il irrite les parois de la membrane de Schneider; il évapore, en raison composée de son mouvement et de sa densité, une grande quantité d'eau. Cette ébauche d'un effet naturel, auquel nous avons été conduits par un phénomène créé par l'art, fait voir ce qu'on peut espérer des recherches de la chimie moderne, et combien il est important de les poursuivre sans relâche.

ARTICLE XVI.

De l'humeur muqueuse de la bouche, du suc des amygdales, de la salive, du calcul salivaire et du tartre des dents.

1. La cavité de la bouche, depuis le bord des lèvres jusqu'au-delà du voile mobile du palais, et jusqu'à la partie supérieure du pharynx, est sans cesse arrosée par plusieurs liquides qui ont leur source dans divers organes glanduleux et secrétoires, dont le siége, la forme, la structure, les canaux excréteurs, et les fonctions ont beaucoup occupé l'anatomiste et le physiologiste. Des cryptes muqueuses, des follicules grenues très-nombreuses occupent toute la surface de la langue, et sur-tout de son canal ou trou borgne, de la membrane buccale et palatine ou de l'expansion glanduleuse de Morgagni, des parties flottantes des arcs palatins, et versent dans cette cavité une humeur un peu moins épaisse et muqueuse que celle des narines, et qui entretient sur toutes les parois de la bouche une mollesse et une lubréfaction continuelles, propres à faciliter le mouvement, à faire glisser le bol alimentaire, et à prévenir la soif qu'une sécheresse, née par une cause quelconque dans ces parties, produit constamment. Cette espèce d'humeur muqueuse et lubréfiante n'a jamais été examinée en particulier, et n'a pas pu l'être, soit parce qu'elle n'est pas assez abondante pour être recueillie à part, soit parce qu'elle est toujours mêlée du suc salivaire, et du suc des amygdales, qui coulent sans cesse dans la bouche. Elle ne paraît au reste différer en rien de l'humeur qui se sépare dans toutes les cavités pour en entretenir la mollesse, et dont il a déja été question.

2. Les amygdales, organes très-singuliers par leur forme

et leur structure fongueuse, placés des deux côtés de la gorge au devant du passage du bol alimentaire, et entre deux colonnes membraneuses qui supportent le voile du palais, répandent sans cesse dans l'arrière-bouche, par les cryptes et les pores nombreux qui recouvrent toute leur surface, une humeur un peu épaisse et glaireuse, qu'on voit souvent autour d'elles lorsqu'on les observe avec attention, et qu'on sent se détacher comme de petites masses gluantes par le mouvement rapide qu'on communique à l'air dans l'action qui précède le cracher. On croit que cette humeur, dont la quantité doit être assez considérable d'après le volume des organes qui la fournissent, est de la même nature que celle des cryptes et des glandes de la bouche. On n'en a cependant point fait un examen particulier, et ce n'est que par analogie de lieu, de structure et d'usages qu'on en juge encore.

3. La salive proprement dite, séparée du sang dans les parotides, les sous-maxillaires et les sous-linguales, versée dans la bouche par les canaux de Stenon pour les premières, de Warthon pour les secondes, et de Rivinus pour les troisièmes, a été, sinon analysée avec beaucoup de soin, au moins assez essayée par Wieussens, Pott, Nuck, Barchusen, Verheyen, Boerhaave et Haller, pour être bien mieux connue que les liquides précédens. Haller, dans sa grande Physiologie, a réuni tout ce que les physiologistes avaient observé avant lui. J'ai ajouté quelques faits à ceux qui avaient été indiqués par les auteurs cités; le citoyen Michel du Tennetar a décrit quelques phénomènes que présente cette humeur en agissant sur les substances métalliques; le citoyen Lachenaye a donné une analyse assez détaillée de la salive du cheval : mais aucun de ces chimistes n'a plus annoncé d'expériences et un travail plus suivi que M. Siébold, qui a publié, en 1797 à Iena, une dissertation in-4° assez détaillée sur le système salivaire, considéré physiologiquement et pathologiquement. J'emprunterai de ces différens auteurs, autant que de mes propres observations, ce que je vais dire sur cette humeur.

4. La salive est un liquide légèrement visqueux, très-caractérisé par son état écumeux, peu sapide et légèrement salé, d'une odeur nulle ou douceâtre, d'une couleur blanche, mêlée d'une teinte de bleu. Sa pesanteur est à celle de l'eau, suivant Haller, :: 1960 : 1875, et suivant M. Siébold :: 1080 : 1000. Le rapport de sa consistance ou de la cohésion de ses molécules à celle de l'eau :: 30 : 10. M. Siébold, pour déterminer plus exactement cette consistance, dit qu'elle est semblable à un mélange d'une partie de gomme et de quarante parties d'eau. Elle n'est ni acide, ni alcaline, et ne change dans l'état naturel aucune couleur végétale. Bruguatelli assure l'avoir trouvée imprégnée d'acide oxalique en grande quantité chez un vénérien maigre, et qui lui paraissait perdre, par cette évacuation, la partie nutritive et sucrée de ses alimens. Sa quantité varie beaucoup. Nuck l'estime entre 256 grammes et 384 en vingt-quatre heures. Dans les salivations excessives, son écoulement a été jusqu'à deux ou trois kilogrammespar jour ; Turner estime que sa proportion totale est de soixante kilogrammes ou cent-vingt livres rendues pendant un traitement mercuriel entier. Quelques auteurs avaient dit que la salive entraînait du mercure avec elle ; on n'a jamais pu en extraire dans des recherches faites au laboratoire de l'école de médecine de Paris.

5. La salive, chauffée ou évaporée, ne laisse que peu de résidu ; on la voit se boursoufler beaucoup ; elle se dessèche promptement en petites plaques blanches ou jaunâtres, salées et âcres. Quand on l'évapore jusqu'au tiers de sa quantité, et qu'on la laisse ensuite refroidir et reposer, elle donne des cristaux très-reconnaissables pour du muriate de soude par leur forme cubique, leur saveur salée, la vapeur acide muriatique que l'acide sulfurique en dégage, et le précipité en caillé qu'il forme dans le nitrate de mercure. Évaporée doucement à siccité, la salive laisse un résidu comme le glutineux de la farine, qui se boursoufle et s'enflamme sur les

charbons, en répandant l'odeur de corne ou de cheveux brûlés. On sent aussi une odeur d'acide prussique. Quand on soumet la salive à la distillation dans une cornue de verre, on la voit s'élever en écume qui occupe un grand espace; elle fournit tous les produits des matières animales, et laisse un charbon dans lequel j'ai trouvé, outre le muriate de soude, des phosphates de soude et de chaux assez abondans. Il y a aussi de l'acide prussique très-sensible parmi les produits. La proportion d'ammoniaque formée n'est pas plus grande que dans la distillation des autres matières animales.

6. Exposée à l'air, la salive humaine en absorbe une quantité notable, et mousse beaucoup par l'agitation; elle présente au bout de quelques heures, suivant l'observation de M. Siébold, une légère pellicule irisée et comme graisseuse à sa surface; elle se trouble bientôt et dépose des flocons: elle exhale une odeur ammoniacale, vive et très-pure. Macbride pensait qu'il s'en échappait une grande quantité d'air fixe; il en jugeait sur-tout par le grand volume et la nature écumeuse qu'elle prend dans le vide: il est bien reconnu que c'est de l'air ordinaire qui sort dans cette expérience. La salive se pourrit et devient très-fétide après que l'ammoniaque qui s'y est formée en est dégagée. On a cependant regardé, d'après les expériences de Pringle, cette humeur comme éminemment antiseptique, et l'on a prétendu qu'elle empêchait la putréfaction des viandes qu'on y plongeait. A la vérité, un plus grand nombre d'auteurs l'ont au contraire rangée parmi les fermens les plus actifs, et l'ont particulièrement désignée comme favorisant la fermentation vineuse des corps farineux; ils ont même expliqué par là comment des peuples sauvages de l'Amérique et de l'Afrique préparaient des liqueurs enivrantes, avec des racines et des graines mâchées qu'ils exposaient ensuite à la fermentation. Cette propriété mérite encore d'être mieux déterminée par des expériences exactes.

7. La salive est connue depuis long-temps comme rongeant

ou oxidant assez promptement le fer et le cuivre. On avait aussi coutume, dans les laboratoires de pharmacie, de cracher dans les mortiers où l'on fabriquait l'onguent mercuriel, et l'on savait que ce procédé hâtait l'extinction ou l'oxidation du mercure en noir. Le citoyen Michel du Tennetar, professeur de chimie à Metz, a découvert, il y a environ douze ans, qu'en triturant des feuilles d'argent et d'or dans la salive on opérait l'oxidation de l'un et de l'autre de ces métaux si difficiles à brûler. Il paraît qu'on parvient plus facilement encore à oxider le mercure seul dans cette liqueur animale, d'après une méthode pratiquée depuis long-temps par les matelots anglais, et qui consiste, suivant le rapport que m'en ont fait des médecins habiles de cette nation, à broyer quelques globules de mercure dans le creux de la main à l'aide de la salive, et à prendre sur-le-champ le mercure ainsi éteint. En frottant du mercure en petits globules adhérens aux doigts graissés sur l'intérieur des joues, et comme dans la méthode de Clarke, on guérit les symptômes vénériens: tous ces phénomènes tiennent à la même cause.

8. La salive ne se mêle qu'imparfaitement et ne se dissout pas complétement dans l'eau; elle s'arrête à sa surface et reste bien séparée. On attribue cet effet à sa viscosité et à sa lenteur; il faut y ajouter la nature peu soluble du mucilage animal contenue dans cette liqueur. L'ébullition de l'eau y coagule quelques flocons, et retient les matières salines qu'elle en sépare. Les acides forts, à petite dose, épaississent la salive, comme on le sent dans la bouche quand on y promène quelque temps une liqueur aigre; à plus grande dose, ils la dissolvent. Les alcalis fixes et les terres en dégagent sur-le-champ de l'ammoniaque. L'eau de chaux, la dissolution de barite y forment un précipité de phosphate de chaux; l'acide oxalique y montre la présence de la chaux par le précipité qu'il y produit, quoiqu'il soit très-léger. Les dissolutions métalliques, et sur-tout les nitrates de plomb, de mercure, d'argent, trou-

blent fortement et précipitent abondamment la salive : c'est par là que j'ai spécialement trouvé les phosphates qui existent dans ce liquide animal ; car ces précipités métalliques donnent des traces très-sensibles d'acide muriatique et d'acide phosphorique tout à la fois.

9. Il suit de tous les faits énoncés que, chez l'homme, la salive est formée d'une quantité d'eau qu'on évalue aux $\frac{3}{4}$ ou aux $\frac{4}{5}$, d'un mucilage animal très-aéré, mousseux, presque indissoluble ou très-peu dissoluble dans l'eau, d'une petite proportion d'albumine, et de matières salines, qui sont du muriate et du phospate de soude, d'ammoniaque et de chaux. Cette manière de concevoir la composition de ce liquide, outre qu'elle est le résultat des expériences faites jusqu'ici sur sa nature, explique encore tous les phénomènes que présentent la salive, sa demi-coagulation par le feu, par les acides, par l'alcool ; sa difficile dissolubilité dans l'eau, les légers flocons qu'elle donne dans beaucoup de cas, sa lente viscosité, sa propriété écumeuse, sa précipitation par une foule de corps. Il faut se représenter la salive comme une dissolution rapprochée de ce mucilage visqueux, qui arrête, avec un grande promptitude, l'air dans lequel elle plonge, de manière à l'entraîner avec elle dans le bol alimentaire et dans l'estomac. Les sels peuvent y varier dans leur proportion, et varient en effet suivant une foule de circonstances.

10. Il est assez fréquent qu'il se forme dans les couloirs de la salive et qu'il se dépose dans les canaux excréteurs des glandes salivaires, des espèces de concrétions ou de calculs qu'on a mal-à-propos nommés des pierres. On les a sur-tout observés dans le canal de Warthon beaucoup plus souvent que dans ceux de Stenon et de Rivinus. Haller, après avoir cité une foule d'exemples d'après les auteurs, demande qu'elle peut être la cause qui favorise cette formation dans le premier de ces canaux plutôt que dans les deux autres. On ne connaît point assez la structure des diverses glandes salivaires pour

prononcer sur la cause de cette singulière prérogative du canal de Warthon. Scherer, dans une dissertation qui a pour titre, *de calculo in ductu salivali*, a décrit, avec beaucoup de soin, les maux que produit cette espèce de concrétion, et toutes les circonstances qui l'accompagnent. Hippocrate connaissait déja la pierre sous la langue. On a vu la tumeur nommée *ranule* ou *grenouillette*, et les angines, être la suite de cette espèce de concrétion. Beaucoup de faits ont aussi prouvé qu'elle se formait promptement. J'ai examiné un de ces calculs salivaires qui m'a été donné par le citoyen Sabbatier, et je l'ai trouvé composé de phosphate de chaux et d'une espèce de mucilage animal. Sa source est donc manifestement dans la salive, qui, comme tous les sucs blancs et plus ou moins visqueux, contient le phosphate de chaux, dont la proportion augmente quelquefois par des causes encore inconnues ou inappréciées. Il paraît que cette augmentation tient, dans plusieurs circonstances, à une cause générale, et qu'elle a lieu dans toutes les humeurs à la fois, sans doute parce que les couloirs qui en évacuent naturellement la surabondance se trouvent alors resserrés. Dans ce cas, il se forme, dans beaucoup de lieux, de pareilles concrétions, et il s'en dépose jusque dans l'épaisseur des membranes.

11. Ces incrustations si fréquentes qui enveloppent la base des dents, qu'on connaît sous le nom de tartre, qui les déchaussent, qui repoussent et détruisent les gencives, et deviennent quelquefois si considérables qu'elles écartent, ébranlent et déplacent les dents elles-mêmes chez certains individus qui n'ont pas soin de leur bouche, sont encore de la même nature. La salive et les autres sucs de la bouche qui baignent sans cesse ces os, qui séjournent entre le bord des gencives et les dents, y déposent peu à peu, par une véritable cristallisation, les molécules de ce sel terreux; et ce n'est point au résidu des alimens, comme on le croit communément, qu'il faut attribuer ce prétendu *tartre dentaire*. En examinant avec

une bonne loupe la concrétion tartariforme qui ceint ces os vers leur courone, et qui s'étend quelquefois jusqu'aux alvéoles sur le bord desquelles elle se moule, on la voit composée de petits grains réunis les uns aux autres, brillans dans quelques points. Au microscope on y aperçoit un grand nombre de pores ou de petites cavités polyèdriques qui imitent la forme et l'arrangement des cellules des polypes. Magellan le physicien, qui y a sans doute vu des animaux microscopiques se mouvoir, a pensé que cette concrétion était une sorte de polypier, formé par ces animaux. Mais il est plus naturel de croire que ce dépôt cristallin des humeurs buccales, semblable aux concrétions si généralement répandues et si communes dans l'économie animale, reçoit, à sa surface et dans ses pores, quelques molécules du résidu alimentaire, chargé, comme toute matière organique molle, humide et chaude, d'animalcules microscopiques. La nature de ce dépôt dentaire est de véritable phosphate de chaux, mêlé d'une portion de substance muqueuse et glaireuse : aussi les acides le dissolvent-ils, comme on le sait depuis long-temps, par l'emploi de ces matières propres à nettoyer les dents, sur lesquelles, à la vérité, les acides agissent d'une manière dangereuse, si l'on n'a pas l'attention de borner leur énergie à la seule couche de tartre qui enveloppe et recouvre les dents.

ARTICLE XVII.

Du cerumen des oreilles.

1. Le cerumen des oreilles, ainsi nommé à cause de la consistance de cire molle qu'il a communément, attirait beaucoup plus l'attention des anciens médecins, qu'il ne le fait de ceux de notre siècle. Les écoles anciennes, comme l'a remarqué Bordeu, faisaient purger la vésicule du fiel par ce suc des oreilles; Hippocrate s'occupait avec soin de sa considération dans les maladies, et il en comparait la production avec l'écoulement de la bile : les modernes ont tout-à-fait négligé ce genre d'observations; et il semble qu'on ait oublié de nos jours l'analogie qui existe entre cette humeur et celle que le foie sépare. Le cerumen a cependant des propriétés si remarquables, si différentes de celles de la plupart des autres liquides animaux, que j'ai cru devoir en faire un article particulier. Ce qui n'est pas frappant pour tout le monde en ce moment, pourra le devenir par la suite : cette assertion est sur-tout applicable à la matière dont je m'occupe ici, et dont tous les auteurs, même ceux qui se sont occupés en particulier de l'organe de l'ouie, Casserohm, Valsalva, Duverney, Schrœder, le Cat, etc., etc., n'ont dit que très-peu de choses. Haller qui, suivant l'ordre qu'il avait adopté, fait connaître, par sa vaste érudition, tout ce que les anatomistes et les physiologistes ont trouvé avant lui, a consacré à peine cinq à six lignes à l'examen des caractères distinctifs de l'humeur cérumineuse.

2. Cette humeur est préparée dans un appareil glanduleux particulier, découvert par Stenon, vu par Drelincourt, bien décrit par Valsalva, Duverney et Haller. Ce sont de petites glandes rondes et ovales, d'un jaune brun, d'une consistance très-ferme, disséminées sous la peau, et placées, soit dans les

échancrures du canal auditif osseux, soit dans la portion cartilagineuse de ce canal, sur-tout vers la partie antérieure. Chacune de ces petites glandes a un conduit cylindrique très-court, qui perce la peau de l'épiderme, et s'ouvre dans le canal auditif par un trou visible à l'œil nu. Il s'en écoule une *gouttelette*, d'un suc jaune, d'abord un peu visqueux et comme une huile, qui s'épaissit promptement dans le canal chaud de l'oreille et par le contact de l'air, et se change en une espèce de matière onguentacée, jaune foncée ou orangée, ou même rougeâtre, d'une saveur très-amère, qui s'enflamme quand on la chauffe, comme l'a indiqué spécialement Boerhaave. Pechlin a comparé le cerumen au castoréum. On avait sur-tout remarqué que ce suc pouvait, par un long séjour dans le canal auditif, s'épaissir assez pour former un cylindre solide, capable d'obstruer le canal comme un véritable bouchon, et d'empêcher les sons d'y parvenir; que cet épaississement, que quelques auteurs ont vu poussé jusqu'à un état concret et comme plâtreux, était une cause assez fréquente de surdité, et qu'on la guérissait par une injection d'eau de savon.

3. C'est à ces faits que se borne, dans les ouvrages les plus savans et les plus étendus, l'histoire du cerumen des oreilles. Bordeu, qui dans beaucoup de parties de l'art voulait ressusciter les idées des anciens médecins et sur-tout celles de l'école de Cos, s'était contenté de prévoir, après avoir cité l'attention que cette école faisait au cerumen, que quelque praticien pourrait rencontrer un cas particulier propre à expliquer la prétention d'un des anciens à cet égard. Il y a bientôt trente ans que ce vœu d'un homme éclairé appelle en vain des observations. En attendant que les médecins y portent l'attention convenable, je vais exposer quelques notions sur les propriétés chimiques de cette humeur, difficile d'ailleurs à se procurer assez abondamment pour la soumettre à des recherches suivies. Je dois dire que de tous les médecins à qui j'ai fait part de l'importance que j'attachais à l'examen de cette humeur, mon confrère Hallé est celui

qu'elle a le plus frappé, et qu'il est parvenu, par son zèle éclairé pour les progrès de notre art, à nous fournir, au citoyen Vauquelin et à moi, une quantité de cerumen assez grande pour pouvoir en commencer une analyse exacte.

4. Le cerumen recueilli pendant plusieurs mois de suite par un individu sain, à l'aide d'un cure-oreille d'ivoire, et gardé dans un papier, imprégne le tissu de celui-ci comme une huile grasse, le rend transparent et empêche l'eau de le pénétrer. Facile à réunir et à pétrir en une seule masse, j'en ai formé une boule presque solide, qui était d'une couleur jaune orangée, presque inodore, d'une consistance de cire molle, d'une saveur amère, désagréable. Mis sur un charbon allumé, le cerumen se fond à l'instant même; il se boursoufle promptement et exhale une fumée épaisse, dont l'odeur est ammoniacale et d'une fétidité sensiblement aromatique; elle s'éloigne beaucoup de celle de la corne ou du poil brûlés; il ne prend que très-peu de flamme à la fin de cette opération. Il laisse un charbon qui a perdu le volume assez considérable que cette matière avait d'abord pris, et trop peu abondant pour pouvoir être analysé : ce charbon est difficile à incinérer. On a une trop petite quantité de cerumen pour pouvoir le distiller à la cornue, d'après le peu de lumières que promet sur-tout cette expérience.

5. Le cerumen broyé avec de l'eau dans un mortier de verre se délaie assez bien, et il se dissout en partie. Il donne une sorte de liquide émulsiforme, d'un blanc jaunâtre, où l'on voit des gouttelettes d'huile se rassembler à la surface. C'est manifestement l'effet d'un mucilage tenant pour quelque temps une huile en suspension. Cette matière ainsi délayée est susceptible de décomposition putride, quoique le cerumen entier se conserve des années entières sans aucun signe de putréfaction : c'est, après les parties solides ou osseuses, la matière animale la moins altérable. L'alcool lui enlève très-peu de chose, et ne se colore que légèrement, même en le faisant bouillir quelque temps sur le cerumen : quand on filtre cet alcool coloré et

qu'on le laisse refroidir, il se sépare une portion de la matière qu'il a dissoute, en sorte que la liqueur se trouble et devient légèrement laiteuse. D'après cette action comparée de l'eau et de l'alcool, le cerumen nous a paru être un mélange intime d'un corps muqueux animal, avec une substance huileuse ou graisseuse, concréfiée par l'absorption de l'oxigène atmosphérique. Cette dernière matière le rapproche de la bile, avec laquelle les anciens lui avaient déja trouvé de l'analogie.

6. Voilà ce qu'il m'avait été permis de voir, en mon particulier, sur le cerumen, d'après la petite quantité que j'en avais recueillie sur moi-même. Depuis ces premiers essais, le citoyen Vauquelin, qui avait bien voulu se charger de son côté d'examiner le cerumen que nous avait fourni notre confrère le citoyen Hallé, et qui en ayant une quantité beaucoup plus grande a pu le soumettre à des expériences plus suivies, m'a remis des notes dont je vais consigner ici le précis, parce qu'il est propre à étendre les notions que j'ai déja données, et à y ajouter plus de précision encore.

La masse qu'il avait à examiner formait une boule de quelques centimètres de diamètre, et de près de six grammes de poids. Cette matière est poisseuse, d'une saveur amère, d'une couleur orangée foncée : mise sur un papier et chauffée légèrement, elle se fond, pénètre et tache ce tissu en le rendant transparent, comme le fait une graisse. Elle a une légère odeur aromatique et un peu âcre, très-particulière, sur-tout quand elle est chauffée et frottée entre les mains.

7. Placé sur un charbon allumé, le cerumen se ramollit, exhale une fumée blanche qui a l'odeur d'une graisse brûlée ; bientôt il se fond, se boursoufle, se colore, et répand une odeur ammoniacale et empyreumatique. Il reste après cette action du feu un charbon volumineux et assez léger. Délayé avec de l'eau, le cerumen forme une espèce d'émulsion d'un blanc jaunâtre qui se pourrit promptement et devient très-

fétide. Quoique l'eau ne le dissolve pas, elle lui enlève cependant quelque chose, car en se pourrissant elle dépose des flocons blanchâtres et mucilagineux. Traité avec l'alcool à l'aide de la chaleur, il lui communique une couleur jaune de safran, et il s'en dépose par le refroidissement quelques flocons blancs. L'éther sulfurique dissout aussi quelque chose du cerumen ; et quoiqu'il ne laisse rien déposer par le refroidissement, il prend une légère couleur par quelques instans de contact, soit à chaud soit à froid.

8. Deux grammes de cerumen traités par l'alcool chaud ont perdu 1.25 grammes, et ne pesaient plus ensuite que 0.75 de gramme. La portion non dissoute, séchée à l'air, était transparente, cassante, moins colorée, moins fusible au feu, exhalait en brûlant plus d'ammoniaque que de vapeur huileuse ; l'alcool coloré a donné par l'évaporation un résidu jaune assez foncé, d'une amertume forte, d'une consistance et d'une odeur analogues à celles de la térébenthine, fusible sans se boursoufler, se volatilisant en une fumée blanche de l'odeur de la graisse, et sans laisser de charbon sensible : elle avait tous les caractères d'une huile fixe.

2.2 grammes du même cerumen, traités par l'éther sulfurique aidé d'un peu de chaleur, ont perdu 1.25 grammes, et ne pesaient plus que 0.95. La liqueur était moins colorée que celle de l'alcool : évaporée à un feu doux, elle a laissé une matière d'un jaune pâle, d'une consistance tenace comme la térébenthine, d'une odeur analogue à celle de cette résine, et moins amère que celle qui avait été obtenue par l'alcool. Les 0.95 de grammes non dissous par l'éther ressemblaient au résidu laissé par l'alcool, et répandaient beaucoup d'ammoniaque sur les charbons ardens. Il y a donc une ressemblance frappante entre l'action de l'alcool et celle de l'éther sur le cerumen : tous deux lui enlèvent une matière de nature huileuse, plus dissoluble dans le premier que dans le second de ce liquide, et laissent une substance animale insoluble.

9. L'espèce d'huile graisseuse, séparée du cerumen par les liquides alcooliques, fusible, répandant sur les charbons une odeur adipeuse piquante, un peu colorée, est de plus susceptible de se dissoudre dans les huiles fixes et volatiles, difficilement dans l'alcool froid, complétement cependant si l'on emploie beaucoup de ce liquide. Les lessives d'alcalis fixes s'y unissent par la seule trituration, et forment avec elle une espèce de savon qui ne prend, à la vérité, ni la consistance ni la saveur du savon commun.

Quant à la matière insoluble dans l'alcool et dans l'éther, comme elle devient sèche et cassante à l'air; comme elle se ramollit et se dissout même en partie dans l'eau, qui pourrit ensuite; comme elle est susceptible d'exhaler en se boursouflant sur les charbons une fumée ammoniacale empyreumatique, et de se dissoudre, quoiqu'incomplétement, dans les alcalis, ces caractères appartiennent manifestement à l'albumine; et ce qui confirme cette idée, c'est qu'en la brûlant dans un creuset de platine, elle laisse un charbon léger d'une saveur âcre et alcaline, contenant manifestement de la soude et du phosphate de chaux.

10. Outre ces deux substances, bases du cerumen des oreilles, il y a manifestement une matière colorante distincte, quoiqu'on ne l'ait pas encore obtenue séparée, à cause de la trop petite quantité qu'on a eue jusqu'ici de ce produit animal. Il paraît que cette substance colorante est la cause de son amertume, et que c'est le principe du cerumen qui varie le plus, puisqu'en effet les plus saillantes différences qu'on y remarque tiennent à sa coloration et à son amertume.

Le citoyen Vauquelin a donné le résultat suivant de cette masse. Le cerumen des oreilles est un composé de trois substances : 1°. une huile graisseuse plus analogue à celle qui est contenue dans la bile, qu'à toute autre matière adipeuse animale; 2°. un mucilage animal albumineux; 3°. une substance colorante qui semble aussi se rapprocher de celle

qui fait partie de la bile par sa saveur amère et par son adhérence à la matière grasse.

11. On a donné pour usages au cerumen de ramollir et de lubréfier les parois du méat auditif, d'écarter les insectes de ce canal par son amertume, d'adoucir et d'amortir même les vibrations sonores de l'air, et de modérer ainsi la force du bruit. Il y a lieu de croire, d'après la nature huileuse du cerumen et son amertume, qu'il doit être rangé dans la classe des excrétions, et qu'il évacue une matière âcre particulière. Si, comme les anciens l'avaient aperçu, sa quantité augmente dans quelques circonstances de maladies, et si sa proportion répond à celle de quelques autres évacuations, l'observation que réclamait Bordeu de la part des médecins, pourra quelque jour en apprendre davantage sur les usages de cette humeur. Haller n'oublie pas de faire remarquer, d'après Derham, que les oiseaux n'ont pas de cerumen, et qu'on ne le trouve que dans les animaux dont le méat auditif est plus ou moins alongé. Il est en effet abondant chez quelques mammifères; et il serait fort utile à l'art de l'examiner avec soin dans ces animaux, pour en reconnaître les propriétés, et les rapports ou les différences avec celui de l'homme.

ARTICLE XVIII.

De l'humeur trachéale et bronchique, du gaz pulmonaire et des concrétions calculeuses des poumons.

1. En rapportant à cet article toutes les matières animales qui appartiennent à la poitrine en particulier, et qui sont situées dans la cavité du thorax, on trouve un beaucoup plus grand nombre de ces matières que je n'en ai inséré dans ce titre. En effet il faut ranger dans cette classe l'humeur trachéale, l'humeur des glandes bronchiques, le sang artériel et le sang veineux, l'air inspiré, l'air expiré ou le gaz pulmonaire, la transpiration pulmonaire, l'humeur du péricarde, celle de la plèvre, les concrétions des poumons, le tissu parenchymateux de ce viscère, et le tissu du cœur. Mais parmi ces douze substances, il y en a beaucoup qui sont déja connues et qui ont été traitées aux articles des matières généralement répandues dans tout le corps. En effet j'ai fait connaître ailleurs la différence du sang artériel et du sang veineux des poumons d'avec le sang des autres régions. L'air inspiré est celui de l'atmosphère, qui a été examiné en détail dans la seconde section ; la transpiration pulmonaire a été comparée, dans un des articles précédens, avec la transpiration cutanée de tout le corps ; l'humeur du péricarde et celle de la plèvre ne présentent aucune différence de celle des autres surfaces membraneuses intérieures ; le tissu parenchymateux des poumons, confondu avec le tissu cellulaire, n'a point été analysé en particulier ; celui du cœur n'est qu'une fibre musculaire plus dense que celle de la plupart des muscles. Il n'y a donc à examiner avec un nouveau détail que l'humeur trachéale et l'humeur bronchique, le gaz pulmonaire ou l'air sorti par l'expiration, et les concrétions calculeuses des pou-

mons. Je n'ai pas même compris dans ce dénombrement général l'humeur du thymus, parce qu'excepté la comparaison qu'on en a faite avec le lait à cause de sa blancheur et de sa consistance, on ignore absolument sa nature. On n'a pas fait la plus légère expérience sur sa composition et ses propriétés, quoique cet objet présente un grand intérêt et mérite toute l'attention des physiologistes.

2. Le larynx et la trachée-artère sont humectés et arrosés continuellement par une humeur qui s'étend sur toute la continuité des bronches, et qui recouvre, lubréfie et ramollit leur membrane intérieure. Cette humeur est un peu visqueuse et gluante; elle est transparente et d'une consistance telle qu'elle ne peut pas couler : car avec ce dernier caractère elle irriterait sans cesse ce canal si délicat, si sensible, et elle exciterait une toux perpétuelle. Cette humeur de la trachée-artère paraît être de la même nature mucilagineuse que celle qui humecte et lubréfie toutes les autres cavités ou membranes creuses. Il est cependant vraisemblable que ce liquide n'a pas le même caractère salin que la salive, l'humeur muqueuse de la bouche, etc. On sait que l'humeur trachéale n'a ni saveur ni odeur. On n'a pas pu en faire jusqu'ici une analyse particulière, parce qu'il n'est pas facile de s'en procurer une quantité suffisante à cette analyse. Les anatomistes ont attribué l'origine et rapporté la source de ce liquide à des glandes ou cryptes muqueuses situées sous la membrane interne de ces canaux aériens : quelquefois on la rend sous forme de crachats. Il n'est pas douteux que sans cesse en contact avec l'air atmosphérique qui pénètre les vésicules bronchiques, cette humeur s'épaississe soit par l'évaporation qu'elle éprouve, soit par l'action qu'exerce sur elle le gaz oxigène atmosphérique. Quelques physiologistes lui ont attribué à tort la couleur bleue noirâtre de certaines matières floconeuses rendues par la toux, et qui proviennent d'une autre source, dont je vais parler au numéro suivant.

3. On regarde l'humeur trachéale comme propre à empêcher la sécheresse de la surface intérieure du larynx, de la trachée-artère et des bronches, sécheresse qui aurait lieu facilement en raison du contact de l'air qui parcourt continuellement ces cavités. On croit encore qu'elle défend la membrane de ces canaux très-sensibles de l'action des âcres divers et des poussières irritantes, si souvent disséminés dans l'air qui les traverse sans cesse ; enfin on lui attribue l'usage de rendre la voix douce et de prévenir la rudesse et la dureté qu'auraient les sons sortis des poumons, si ces tuyaux étaient secs et dépourvus de ce mucilage lubréfiant. L'air qui descend très-sec et très-froid dans la poitrine, enlève beaucoup de la partie évaporable ou aqueuse à cette humeur trachéale, et en l'épaississant lui donne un caractère remarquable de glutinosité et d'adhérence aux parois de la trachée-artère : alors cette matière épaissie, et qui ne peut plus être facilement absorbée, sort par les secousses de la toux, que son poids et son irritation fait naître : telle est la cause et la nature des rhumes. Les lames glaireuses ou les flocons plus ou moins concrets que forme cette humeur épaissie ne se détachent et ne sortent que par un effort violent de l'air qui les arrache, et alors la toux est convulsive ou douloureuse ; ou bien ils sont soulevés ou détachés lentement de dessus la membrane trachéale par l'humeur liquide qui suinte au dessous d'eux, et dans ce cas ils sont crachés avec plus de facilité et moins d'angoisse. C'est ainsi qu'agit le séjour du lit en retenant la matière transpirable dans ses vaisseaux, et en forçant celle des poumons à être plus abondante.

4. Je distingue, par la dénomination d'*humeur bronchique*, l'espèce de matière séparée par les glandes du même nom, et qui est versée dans les bronches par de petits canaux excréteurs particuliers. Elle est très-différente de l'humeur trachéale ; elle n'est pas visqueuse, filante et extensible comme elle. On la rend le matin sous la forme de petites glèbes irrégulières,

le plus souvent arrondies, d'une consistance semblable à une gelée épaisse, d'une couleur grise noirâtre ou bleuâtre, indissolubles dans l'eau, à la surface de laquelle elles nagent : sa quantité varie dans les différens individus. Quoiqu'on ne l'ait point encore examinée en particulier, ses caractères sensibles suffisent pour la faire distinguer comme une matière particulière. Les glandes qui la fournissent et qui n'ont point encore assez fixé peut-être l'attention des anatomistes ni celle des médecins, ont elles-mêmes une structure très-distincte de tous les autres organes glanduleux. On les a mal-à-propos confondues dans le système des glandes lymphatiques. Leur forme, leur grosseur, leur tissu, leur couleur, leur consistance même, leurs maladies, tout appelle sur cet organe trop peu connu l'attention des hommes de l'art. On dirait, à voir leur nuance d'un gris bleuâtre ou noirâtre, leur consistance, celle de l'humeur qu'elles fournissent, qu'elles forment une espèce de réservoir pour la matière charbonneuse du sang. Il faut beaucoup d'observations, suivies avec zèle et sagacité, pour parvenir à déterminer les usages et les fonctions de ce système glanduleux particulier.

5. En nommant *gaz pulmonaire* le fluide élastique qui sort des poumons par l'expiration, mon but est d'annoncer que l'air atmosphérique, après avoir séjourné quelque temps dans les poumons, en sort dans un état d'altération qui tient à la nature même de cet organe, et que j'ai déja indiqué dans l'histoire du sang. Ce fluide est à très-peu près en même quantité qu'il est entré, parce que le carbone et l'hidrogène, ainsi que l'eau toute formée qui y sont ajoutés, répondent à très-peu près à la proportion de gaz oxigène qu'il a cédée au sang. Il ne contient plus que quelques centièmes de ce gaz oxigène ; et si on l'a respiré deux ou trois fois de suite, ce qui ne se fait qu'avec beaucoup de peine, il n'en contient point du tout : aussi éteint-il les corps enflammés, et asphixie-t-il les animaux. On y trouve la même proportion de gaz azote qu'aupa-

ravant. L'eau est un des matériaux les plus abondamment ajoutés à ce gaz expiré, puisqu'il en sort près d'un demi-gramme par minute, ou 720 grammes dans vingt-quatre heures. On y trouve aussi de l'acide carbonique gazeux, prouvé par le précipité que forme l'air expiré reçu dans les dissolutions de chaux, de strontiane et de barite ; il est encore chargé de plus de calorique qu'il n'en avait en entrant dans les poumons : et voilà pourquoi en passant dans une atmosphère froide il dépose de l'eau sous la forme de fumée. Peut-être recèle-t-il de plus une certaine proportion d'hidrogène carboné, et faut-il attribuer à cet être, que les expériences chimiques n'y ont pas rendu sensible, les effets dangereux et morbifères qu'il produit, et qui sont étrangers à l'asphixie ; peut-être quelque miasme animal, quelque virus contagieux s'échappent-ils en même temps avec l'air expiré. Encore non atteint par l'art expérimental, ce n'est que par conjecture qu'on peut soupçonner son influence dans la production des maladies et la septicité qu'il porte dans les humeurs de ceux qui le respirent, mêlé plus ou moins abondamment avec l'air atmosphérique. La chimie doit s'occuper sans relâche de confirmer ou de détruire ces idées, et de les ranger parmi les vérités physiques dont l'art de guérir a besoin d'assurer les preuves ou qu'il doit reléguer dans la classe des hypothèses : on n'abuse en effet de celles-ci dans la théorie de cet art important, que parce qu'on y manque d'expériences et de faits exacts.

6. Une des matières particulières aux organes contenus dans la poitrine, et qui n'est que le produit d'une altération morbifique, mais plus fréquente qu'on ne l'a cru et dit jusqu'ici, est une concrétion formée dans le poumon, qu'on a nommée *pierres* ou *calculs pulmonaires* : ce sont de petits corps durs, inégaux et raboteux, d'une forme irrégulièrement sphérique, semblables à de petits graviers, d'une couleur grise ou rougeâtre, qui blanchissent en se séchant à l'air, et que l'on rend par la toux, quelquefois même au milieu de

la santé, mais le plus souvent dans le cours de quelques accès d'asthme ou de la terrible phthisie pulmonaire. Les médecins attentifs et observateurs exacts les rencontrent assez fréquemment dans leur pratique. J'en ai eu par leur soin une assez grande quantité pour pouvoir les examiner; j'y ai trouvé la même nature qu'aux concrétions pinéales, lacrymales et salivaires : elles sont composées de phosphate de chaux et d'un peu de matière gélatineuse. On ne sait pas si elles viennent du tissu même des poumons ou des bronches, lorsque les malades les rendent; mais les dissections prouvent qu'elles se forment dans les aréoles même du parenchyme du viscère pulmonaire, puisqu'en coupant les poumons on en trouve quelquefois une grande quantité qui crie sous le scalpel. Ici comme dans plusieurs cas déja cités, ce phosphate de chaux déposé par sa surabondance provient des humeurs blanches, quand la concrétion est petite et isolée : mais il peut provenir aussi du sang, sur-tout quand, nombreuses et disséminées dans l'intérieur des organes de la respiration, ces concrétions semblent occuper à la fois tout le tissu des poumons.

ARTICLE XIX.

Du lait et de ses différens produits économiques, chimiques, alimentaires et médicinaux.

§. Ier.

Histoire naturelle ou formation du lait.

1. Le lait, ce liquide si connu, si utile, si généralement employé comme aliment, comme assaisonnement, est une des

substances que les chimistes ont le plus examinées, comme c'est une de celles sur lesquelles les procédés des arts ont été extrêmement variés. Son histoire doit être une des plus détaillées, puisque c'est une des matières les plus importantes dont la chimie puisse s'occuper : aussi diviserons-nous cet article en huit paragraphes, pour disposer méthodiquement et dans un ordre propre à en faciliter l'étude, les faits qui font connaître ses propriétés. Le premier paragraphe contiendra l'exposé de sa formation ; le second, celui de ses propriétés physiques ; le troisième, l'examen chimique du lait entier, tel que la nature le donne au sortir de ses couloirs ; dans le quatrième je traiterai du petit-lait ; dans le cinquième, de la partie caséeuse ou du fromage ; dans le sixième, du beurre ou de sa matière huileuse ; le septième sera consacré à la recherche des principales différences que ce liquide présente dans les espèces d'animaux qui le fournissent ; enfin, le huitième contiendra le dénombrement des usages variés auxquels on emploie les différens laits dans la société sauvage ou civilisée. Comme le lait est un des liquides que la nature a offerts aux premiers besoins de l'homme, il est tout simple que l'on ait recueilli sur ses propriétés une foule immense d'observations, et que son histoire, en le considérant successivement comme naturaliste, comme médecin, comme chimiste ou comme économiste, offre des détails très-étendus.

2. C'est dans un organe particulier qui occupe la région antérieure de la poitrine, dans la femme et une grande partie de l'abdomen extérieur dans les femelles des animaux, que ce liquide est formé. Comme il n'y a qu'un petit nombre d'espèces d'animaux où cette formation ait lieu, et comme ces animaux sont distingués de tous les autres par les deux caractères bien prononcés de faire leurs petits vivans et de porter des mamelles, on les a nommés *mammifères* : ce sont, sous d'autres rapports anatomiques, des quadrupèdes vivipares et des cétacés. La forme si belle, la saillie si prononcée, la surface hémisphé-

rique et saillante, la finesse de la peau que les mamelles offrent dans la femme et qui font un des charmes de la beauté, dont les artistes représentent avec tant de grace la douceur et le contour, sont des attributs particuliers de l'espèce humaine. On ne les trouve dans aucune femelle d'animaux : leur nombre de deux n'est aussi donné qu'à très-peu d'espèces entre ces derniers. Dans la plupart, le nombre des mamelles va de quatre à dix. La femelle de l'éléphant, la jument, la gazelle, et en général celles des animaux qui n'ont qu'un ou deux petits, n'ont aussi que deux mamelles, mais d'une forme bien éloignée de celle de la femme. Le mammelon est unique à chaque mamelle dans la femme; il est quadruple dans la vache.

3. On cite souvent dans les ouvrages de physiologie et de médecine des exemples de lait tout formé, gonflant les mamelles de quelques enfans ou animaux mâles, et même de quelques adultes ; on parle plus souvent encore de la présence de ce liquide dans de jeunes filles avant l'âge de la puberté. On en conclut qu'il n'y a point une dépendance nécessaire entre cette formation du lait et l'acte de la génération : mais ces faits rares et hors de l'ordre accoutumé de la nature ne prouvent pas l'opinion qu'on veut établir sur ce point ; car aucune expérience exacte n'a prouvé que ce liquide fût de véritable lait : et pour avoir la couleur blanche et opaque, ainsi qu'une saveur douce ou fade, une humeur formée dans quelques circonstances et par quelques causes indépendantes de celles de la grossesse, n'est pas du lait. Ce phénomène rare n'a été décrit que dans l'homme, et on ne l'a point vu dans les animaux, dont les passions et la manière de vivre ne contrarient pas, comme les nôtres, la nature et ne la forcent pas de se dévier de ses routes ordinaires.

4. Sous la peau des mamelles sont des paquets de graisse solide et grenue, qu'elle recouvre; et dans un tissu cellulaire à mailles larges se trouve enfermé un appareil glanduleux conglomeré, recouvert d'une enveloppe dure et blanche, occu-

pant le milieu de l'organe saillant. Cet appareil est formé de paquets séparés par des cellules membraneuses ; et ces paquets le sont eux-mêmes par des grains durs, solides, entiers, sans cavité, composés de vaisseaux repliés. Cette glande mammaire existe dans les mâles et dans les enfans, mais beaucoup plus petite et non entourée de graisse comme dans les femmes : quinze ou vingt conduits excréteurs, visibles, alongés, durs, d'un diamètre assez grand dans le temps de la lactation, partent de ces glandes, se réunissent au dessous de l'aréole du sein, et parviennent, sans se confondre ni s'anastomoser, dans la papille, où ils s'ouvrent à l'extérieur ; ils sont repliés dans les rugosités de la papille ou du bout, et alongés ou tendus lorsque ce bout s'alonge lui-même par l'espèce d'érection que le frottement ou la succion y font naître. On voit une foule d'autres canaux minces et longs qui s'ouvrent dans le tissu adipeux, qui n'appartiennent point aux glandes proprement dites, et que Haller croit verser un suc graisseux dans le lait.

5. Lorsque la matrice a conçu, les mamelles grossissent peu à peu, leur tissu glanduleux se tuméfie, l'orgasme s'en empare, la disposition à former du lait s'y élève peu à peu : ce qui s'annonce par une sérosité limpide ou trouble, coulant par la papille. Le fœtus une fois sorti et la matrice s'étant resserrée trois ou quatre jours après l'accouchement, le lait commence à se former véritablement ; les mamelles se gonflent, se distendent et deviennent douloureuses, et le lait sort spontanément. La succion de l'enfant accélère beaucoup sa sortie et augmente sa production. Il s'en écoule d'abord un très-liquide et peu opaque ; c'est le colostrum : bientôt, et de jour en jour, ce liquide s'épaissit, se perfectionne, devient blanc, très-opaque, odorant, savoureux, et susceptible de fournir au nourrisson un aliment de plus en plus substantiel. Il continue à couler pendant des années entières, lorsque la succion et l'irritation ne sont pas interrompues ; et la quantité

qui s'en forme est quelquefois si abondante, qu'une nourrice peut allaiter plusieurs enfans à la fois.

6. La formation et, comme on dit, la montée du lait, ont de grands rapports avec les fonctions de la matrice. Il semble d'abord qu'un liquide vraiment laiteux se forme dans ce dernier viscère ; et les lochies, qui en ont en partie le caractère, coulent jusqu'à l'époque où le lait se sépare abondamment dans les mamelles. Les médecins croient que ce liquide passe en effet de la matrice dans les seins, et un grand nombre de faits prouvent cette sympathie entre ces deux organes. C'est à la même époque qu'ils prennent leur activité particulière : les mamelles s'élèvent au moment où les règles paraissent et où les parties génitales se développent ; le lait commence à se séparer à la disparition des règles par la grossesse ; leur suppression fait tuméfier les glandes mammaires : ces glandes se flétrissent quand les règles disparaissent ; et ces deux organes, la matrice et les mamelles, s'endorment comme ils se sont éveillés en même temps. On profite même en médecine de cette réaction, lorsque, pour diminuer l'abondance de l'évacuation menstruelle, on applique une ventouse à la mamelle. Des écoulemens par l'une ou par l'autre voie se succèdent et se répondent. Ce rapport est encore prouvé par la sensation qu'excite le chatouillement des papilles dans les parties génitales ; aussi les anciens admettaient-ils le concours de la matrice dans la formation du lait.

7. Quelques anatomistes n'admettent que le sang comme source du lait ; ils croient que les artères mammaires en sont la seule origine. La petitesse de ces canaux sanguins a fait penser à d'autres que les artères ne fournissaient pas la seule matière du lait. Haller y admettait le mélange ou l'addition de la graisse par les canaux dont j'ai parlé. On croit assez généralement que le chyle contribue plus abondamment que le sang à la formation du lait, parce que sa quantité est toujours en raison de celle de la nourriture, parce que

les vaisseaux chyleux montrent aux anatomistes un liquide analogue au lait, parce que le lait a souvent l'odeur et plusieurs des caractères des alimens, parce qu'enfin les nourrices sentent monter le lait dans leurs seins au moment où le chyle s'élève dans ses vaisseaux. C'est pour cela que les médecins ont cru ces deux liquides si semblables l'un à l'autre, qu'ils ont décrit les propriétés et les maladies des divers élémens du chyle comme celles du lait : mais cette analogie, poussée trop loin, peut être trompeuse, et l'expérience ne l'a point prouvée directement. Je suis beaucoup plus porté à croire que la lymphe toute entière, dont le chyle augmente la quantité et accélère le mouvement au moment où il s'élève des intestins dans ses canaux, contribue à la production du lait, et que si le sang fournit la partie albumino-caséeuse, la graisse donne la butyreuse, et la lymphe la séreuse.

8. Quand le lait est bien formé et qu'il distend ses couloirs, souvent les tubes lactifères ou galactophores, ouverts et dilatés, le versent spontanément au dehors : une espèce d'orgasme s'empare de ces canaux, les dresse, les dilate, les resserre ensuite, et leur donne ce mouvement, cette action qui font souvent sortir le lait en jets plus ou moins rapides. La succion dont la nature a placé chez l'enfant et dans le besoin d'être nourri l'espèce d'art ou le mode, en favorise singulièrement l'écoulement. Le vide fait autour du bouton papillaire à l'aide d'une pompe ou par le goulot d'une bouteille chauffée qu'on y applique, et la pression de l'air qui s'appuie avec avantage sur l'hémisphère de la mamelle, en sollicitent avec énergie la sortie, et on le voit jaillir en filets blancs qu'on compte souvent au nombre de six ou huit très-sensibles dans les femelles des animaux : l'action de presser avec adresse et de haut en bas les mamelles jusqu'à l'extrémité du pis, la traite ou l'art de traire font couler le lait avec facilité et avec promptitude. Les animaux auxquels on a enlevé leurs petits se prêtent à cette extraction, qui les soulage, et qui n'est pas sans un sen-

timent voluptueux. La nature a placé dans cette excrétion du lait un plaisir qui double celui d'être mère, et qui attache, par le doux lien de la reconnaissance et de la tendresse, l'enfant qui ne connaît pour sa mère que celle qui le nourrit.

9. L'influence que les alimens portent sur la formation et la nature du lait, mérite encore toute l'attention du physicien. On sait que les animaux bien nourris fournissent abondamment du lait de bonne qualité. Les nourrices distinguent les alimens par la propriété dont ils jouissent de favoriser ou de diminuer la proportion de ce liquide. L'odeur âcre de l'alliaire, des alliacées, des crucifères, passe dans le lait; le parfum des fleurs, l'arome du safran et du thim, le sucre des racines et des fruits, le nectare des pétales, y portent une odeur suave aromatique, et une saveur douce. Le suc rouge de l'opuntia, le jaune rougeâtre de la garance, le bleu de l'indigo nuancent la teinte de ce liquide nourricier chez les animaux dans la nourriture desquels on introduit ces matières colorantes; l'amertume de l'absinthe, l'âcreté du tithymale, l'astriction des plantes astringentes, la propriété purgative de la gratiole se retrouvent dans le lait: on lui donne des propriétés médicamenteuses diverses, suivant la nourriture qu'on présente aux animaux. Le lait d'une nourrice qui a pris un purgatif donne des coliques et des évacuations à l'enfant qu'elle allaite. Le vin, la bierre, les diverses liqueurs vineuses lui donnent un caractère reconnaissable; les poisons même se transmettent, comme plusieurs maladies, par cette voie, et le lait participe de tout ce qui a été introduit dans l'estomac des femmes qui nous le donnent.

10. Les passions même dont les nourrices sont agitées modifient et l'abondance et les propriétés du lait qui se sépare dans leurs mamelles. On a vu la colère troubler l'économie des nourrissons et leur donner des mouvemens convulsifs. Le chagrin, la mauvaise humeur, les nouvelles fâcheuses, la peur, le saisissement tarissent les sources du lait, et font dégonfler

quelquefois subitement les mamelles. Les mauvais traitemens qu'on fait subir aux femelles laitières changent manifestement leur lait : aussi a-t-on bien soin, non seulement par la propreté et la nature des alimens, mais encore par la douceur et même les caresses et les attentions de tout genre, des femelles qui sont destinées à fournir le lait pour la table. Plusieurs physiciens même ont poussé si loin cette influence des passions sur le lait, qu'ils ont prétendu qu'il influait lui-même sur le caractère et les passions des jeunes individus qui le prenaient pour nourriture : c'est ainsi qu'on a prétendu que les enfans nourris par des femmes colères et emportées, douces et bienfaisantes, vives et salaces, ou tristes et froides, acquéraient les mêmes dispositions morales. Mais il y a lieu de croire que cette opinion est portée trop loin, que c'est plutôt sur l'exemple des effets de ces diverses passions que les enfans se modèlent peu à peu, et qu'ils sont seulement imitateurs de leurs mouvemens plutôt que changés physiquement dans leur sensorium.

§. II.

Des propriétés physiques du lait.

11. La quantité du lait varie dans la femme comme dans les animaux par une foule de circonstances. L'abondance de la boisson amène en général celle du liquide mammaire ; les alimens mous, très-nourrissans et faciles à digérer produisent le même effet. Les farineux, cuits dans l'eau, quand l'estomac les digère bien, augmentent sa quantité, et les nourrices connaissent bien ce genre d'influence. Il est difficile de fixer les limites ou d'indiquer des termes moyens pour cette production : il paraît cependant en général que le lait fait le plus souvent le tiers ou très-peu plus du poids des alimens. On a vu cependant des nourrices qui, outre le lait qu'elles fournissaient abondamment à leurs enfans, rendaient encore spontanément,

depuis un kilogramme jusqu'à près de deux, de ce liquide dans la journée ; dans les femelles où cette quantité est bien plus considérable, on sait assez qu'elle varie suivant les saisons, les lieux qu'elles habitent, les pâturages où elles sont placées, la nature des alimens qu'on leur sert dans leurs demeures, leur âge, le temps plus ou moins éloigné de l'époque où elles ont mis bas.

12. La pesanteur du lait est en général plus considérable que celle de l'eau. Haller dit qu'elle est à cette dernière comme 277 est à 261, ou :: 1043 : 1000. Elle varie, suivant lui, et d'après les divers auteurs qu'il a rapprochés, dans les proportions suivantes : 1026, 1029, 1032, 1035, 1000.

Le citoyen Brisson, dans son Traité de la pesanteur des corps, donne le tableau suivant de celle des différens laits, l'eau étant supposée 10000 :

Lait de femme.	10203.
Lait de vache.	10324.
Lait de chèvre.	10341.
Lait de jument.	10346.
Lait d'ânesse.	10355.
Lait de brebis.	10409.

13. Le lait est en général d'une couleur blanche opaque, qui tire cependant sur le jaune dans la femme, sur le bleu dans la vache, et qui varie dans la même femelle, suivant la proportion de ses principes, et conséquemment suivant une foule de circonstances. Cependant il y a de la constance dans son opacité et sa blancheur : c'est ce qui l'a fait comparer à une émulsion, et ce qui a fait donner à cette dernière le nom de *lait d'amande*.

Sa consistance est celle d'un liquide huileux et aqueux tout à la fois ; quand il est très-fort et très-bon, il est un peu épais ; une goutte se tient sur l'ongle sans couler au dehors, et il s'y étend lentement : c'est ainsi que les médecins jugent le

lait des nourrices ; un peu de fluidité est néanmoins préférable à une consistance trop forte.

14. La saveur du lait est douce, agréable, et presque sucrée en général ; elle a cependant beaucoup de modifications dans les différentes espèces d'animaux ; elle a quelque chose d'onctueux et de gras qui se distingue, qui tient manifestement à sa nature huileuse. Le lait a une odeur particulière, et qui plaît assez généralement : c'est une des propriétés dans lesquelles il est le plus susceptible de varier, suivant les nourritures. Celle qui lui est propre est cependant inhérente à sa nature intime et indépendante du parfum ou de la mauvaise odeur provenant des alimens : elle ne subsiste que tant qu'il est chaud ; elle a lieu sur-tout au moment où il sort des mamelles ; presque nulle quand il est entièrement refroidi, elle se renouvelle par la chaleur à laquelle on l'expose ; elle se dissipe par l'ébullition. On la sent et on la reconnaît très-facilement dans les laiteries bien tenues et bien propres, au moment où le lait chaud et nouvellement trait y est déposé. Les laits de différens animaux ont un caractère particulier et bien prononcé dans leur odeur.

15. Suivant les observations des citoyens Deyeux et Parmentier, le lait fourni par une vache à différentes époques, dans un espace de vingt-quatre heures, offre de grandes différences, spécialement si l'on multiplie les traites à des distances de temps irrégulières. Les changemens de l'atmosphère, pour les animaux nourris à la prairie, sont les principales causes de ces différences. La plus singulière remarque qu'ils aient faite est relative à la diversité du lait d'une seule traite, suivant qu'on coupe diversement cette traite, et qu'on vide les mamelles en différentes fois. Le produit d'une traite faite avec soin, et reçue successivement dans quatre vases, donne véritablement quatre espèces de lait : le premier est le plus séreux ; le second produit l'est moins ; le troisième encore moins, et le quatrième contient une très-grande quantité de crême. Les laitières con-

naissent depuis long-temps ce phénomène, et elles en tirent bien parti, en mettant à part et en conservant le dernier produit de la traite pour le vendre, sous le nom de crême, à ceux qui aiment le lait doux, onctueux, épais et gras à qui l'on donne ce nom.

16. Les temps pendant lesquels on examine le lait le présentent variable, suivant l'époque diverse de l'éloignement du part et de la première formation du lait. La plus saillante de ces différences qu'on remarque dans le lait est celle qui le caractérise dans ce qu'on nomme le *colostrum*, qui se forme le premier immédiatement après le part. Le colostrum est un fluide d'un jaune foncé, épais, visqueux et filant, entraînant souvent des filets de sang, donnant beaucoup de crême jaune par le repos, et celle-ci un quart de plus que la véritable crême, d'un beurre jaune foncé très-solide, laissant, après cette séparation de sa crême, un liquide moins blanc et opaque que le lait ordinaire, non coagulable, comme ce dernier, par la présure, visqueux et filant, peu sucré. Le colostrum change beaucoup; dès le second jour il perd de sa couleur jaune et de l'abondance de sa crême. En quatre jours, il passe à l'état de lait ordinaire, et ce n'est qu'à cette époque que les laitières commencent à le débiter dans nos cités. A dater de ce cinquième jour, le lait de vache va toujours se perfectionnant et prenant de la consistance jusqu'au troisième mois, où il est le plus parfait.

§. III.

Examen chimique du lait entier.

17. J'ai déja dit que le lait a été l'objet de beaucoup de travaux et de recherches. Boyle en a fait un des sujets de ses expériences. Boerhaave en a traité le premier avec un assez grand détail. Hoffman l'a soumis aussi à beaucoup d'essais. Macquer a décrit avec clarté et précision les procédés de son

analyse, et en a connu les principales propriétés. Spielmann s'est occupé de sa propriété fermentiscible ; Rouelle le jeune, de la matière mucoso-sucrée et des sels qu'il contient. Schéele a découvert l'acide sachlactique, a fait voir que le lait donnait dans quelques cas de l'acide acéteux, et que l'espèce d'acide dans lequel il se convertissait spontanément, avait des propriétés particulières et caractéristiques. J'ai donné, en 1790, plusieurs observations nouvelles sur les divers matériaux du lait. Enfin les citoyens Deyeux et Parmentier ont fait un grand nombre de recherches sur le lait de vache, pris dans beaucoup de circonstances différentes, sur les propriétés économiques de cette liqueur animale et de ses produits, et sur les changemens ou modifications dont elle est susceptible. Leur travail fort étendu sur tous ces objets constitue aujourd'hui un ouvrage entier qui présente l'histoire la plus complète de cette liqueur animale. Je n'ai cité ici que quelques traits de cette notice chimique, et quelques-uns des principaux auteurs de son analyse. On pourrait y ajouter les faits nombreux décrits par Verheyen, Barchusen, Verduc, Doorschodt, Egeling, Young, Gouraigne, Acoramboin, Geynuller, Cartheuser, Gmelin, qui tous ont donné, dans des ouvrages physiologiques ou dans des traités monographiques, des détails plus ou moins précieux sur le lait de différens animaux. Haller a péniblement recueilli de ces nombreux auteurs les faits qu'il a employés pour son histoire du lait ; et comme la marche de ces auteurs n'était point uniforme, ces citations multipliées sont plus capables d'embarrasser le lecteur que de l'éclairer.

18. Le lait exposé à un feu modéré se dilate et se boursoufle considérablement : on connaît cette propriété dans les usages économiques ; on a observé qu'il bouillait au 199e. degré de Fahrenheit, que l'alcool bouillait au 181, et l'eau seulement au 212e. degré du même thermomètre. Il se forme à sa surface une pellicule qui s'épaissit peu à peu, se ride, se sèche et jaunit en se séchant. C'est de la matière caséeuse qui se sépare

et se solidifie ; quand on l'enlève, et qu'on continue à évaporer le lait, il se forme une seconde pellicule, et ainsi de suite. On observe que ces pellicules sont plus minces et plus transparentes à mesure que l'évaporation avance ; elles se séparent ainsi jusqu'à ce qu'il ne reste plus qu'un liquide séreux et presque transparent dans le vase. Pour obtenir et bien séparer les dernières portions de la matière caséeuse à cet état de pellicules, il faut avoir soin d'ajouter, sur la fin, de l'eau distillée du lait ; quand cette liqueur ne fournit plus de pellicules, elle n'est plus susceptible de se coaguler.

Si l'on évapore le lait entier jusqu'à consistance épaisse, on observe qu'il éprouve une véritable coagulation, qu'il s'y forme des grumeaux ; sa matière solide, une fois épaissie, prend une couleur fauve pour peu qu'on la chauffe un peu plus ; avant de se colorer ainsi, et quand elle est molle encore, quoique plus épaisse et plus solide que le miel, elle constitue la franchipane, espèce de mets que l'on prépare en ajoutant au lait des amandes broyées, du sucre et de la fleur d'orange, sur la fin de son évaporation. Autrefois on conservait cet extrait du lait pour préparer, en y jetant de l'eau chaude, le petit-lait d'Hoffman. C'est un médicament presque toujours mauvais, parce que cet extrait s'altère très-aisément, et devient âcre et rance.

19. Si l'on chauffe le lait dans des vaisseaux fermés, et si on l'évapore au bain-marie, on obtient une grande quantité d'eau très-peu odorante, fade et insipide, qui n'offre aucun phénomène par les réactifs, mais qui entraîne cependant quelques matières en vapeur, puisqu'elle se pourrit, dépose de légers flocons, et devient fétide quand elle est gardée. On préparait autrefois cette eau distillée du lait dans les pharmacies, et on lui attribuait de grandes vertus qu'on a reconnues enfin ne point exister. Le lait est épaissi et coagulé en grumeaux, après avoir fourni ce produit aqueux qui fait presque les deux tiers de son poids, lorsqu'on pousse l'opération jusqu'à obtenir

le résidu sous forme d'extrait. En distillant cet extrait à la cornue, il donne une eau trouble, roussâtre, fétide, chargée d'acide zoonique et d'ammoniaque, une huile fluide et d'une couleur brune assez abondante, une portion d'huile concrète et empyreumatique, du carbonate d'ammoniaque solide et cristallin, des gaz hidrogène carboné et acide carbonique. Le charbon qui reste après cette opération est assez volumineux; par l'incinération, il laisse dans ses cendres quelques traces de muriate de soude, du muriate de potasse beaucoup plus abondant que le premier, et du phosphate de chaux. Rouelle, qui a trouvé dans le lait la présence de la potasse à l'état de muriate, a fait remarquer que cette espèce d'alcali n'existait pas dans le sang, et que celui-ci ne contenait que de la soude ou pure, ou combinée avec l'acide muriatique. Cela pourra servir à prouver qu'une autre matière que le sang contribue à la secrétion du lait; et si elle porte à croire que c'est le chyle comme provenant immédiatement d'alimens végétaux, car c'est du lait de vache dont il est question, elle annonce en même temps que les sels de potasse contenus dans le chyle changent en passant dans le sang. L'une ou l'autre de ces considérations présente un problême chimique fort important à résoudre.

20. Le lait exposé à l'air se couvre promptement d'une couche de matière légère, d'un blanc plus mat que le lait entier, qui devient en même temps plus limpide, et prend une teinte bleuâtre. Cette couche blanche, d'une saveur douce, onctueuse, constitue la crême; elle se sépare plus ou moins vîte, suivant une foule de circonstances et en quantité, qui, dans le lait de vache, répond toujours à la bonté et à l'abondance de sa nourriture : de là l'expression poétique de gras pâturage. Elle est d'autant plus jaune et consistante, que cette nourriture est plus abondante et de meilleure qualité. La crême contient l'huile butireuse, qui n'est point encore du beurre tout formé, un peu de flocons caséeux très-fins, très-légers et très-doux, et une proportion assez grande de petit-lait ou de serum. Quoique

la crême fournisse seule le beurre, jamais celui-ci ne s'en sépare spontanément et sans agitation ; on sait qu'elle peut être convertie en espèces de fromages légers et gras. Elle s'aigrit, se colore, se noircit à sa surface, et se pourrit sans laisser séparer de beurre. La crême est un des produits du lait qui se ressentent le plus de la quantité et de la qualité de nourriture fournie aux animaux ; elle change singulièrement, diminue en quantité, et prend une saveur désagréable dans les maladies, comme on le voit constamment dans les épizooties. J'ai observé que le contact de l'air contribuait beaucoup à la séparation et à la butirisation de la crême. On l'obtient plus vîte dans des vases plats et larges qui présentent une grande surface à l'atmosphère, que dans des vaisseaux étroits. Je reviendrai sur ce phénomène dans l'histoire du beurre.

21. Le lait entier, dont quelques voyageurs ont annoncé la propriété enivrante, sur-tout dans le lait de jument en Sibérie, et dans celui de brebis dans les Hébrides, est susceptible de passer à la fermentation vineuse. C'est un art qu'exercent depuis long-temps les Tartares et les peuples pasteurs et nomades. Ils laissent dans de grands outres, le lait de jument ; ils le mêlent même avec du sang, et obtiennent de ce mélange une liqueur enivrante dont ils usent au défaut d'autre vin. On a vu, en faisant cette expérience avec soin, que la fermentation vineuse du lait n'avait lieu que lorsqu'il était en assez grande masse ; qu'elle ne s'établissait bien que dans du lait de bonne qualité et au-dessus de dix degrés de température ; que l'intégrité de tous ses élémens y était nécessaire ; qu'une agitation légère et répétée de cette liqueur dans des vaisseaux fermés l'accélérait et la favorisait, en mêlant bien tous ses matériaux qui tendaient à se séparer les uns des autres ; qu'il se dégageait un fluide élastique assez abondant, auquel il fallait donner de temps en temps issue, et que c'était de l'acide carbonique ; qu'il se formait une écume visqueuse et tenace, et une sorte de chapeau à sa surface ; enfin que le lait,

tout en éprouvant ce mouvement intestin et vineux, s'acidifiait et se coagulait en partie. Lorsque ces phénomènes ont eu lieu, le lait grumelé, d'une odeur piquante, acidule et vineuse en même temps, soumis à la distillation par une légère ébullition, donne un produit d'alcool peu abondant, aigre sur la fin, qu'on peut rectifier par deux distillations successives, et qui présente toutes les propriétés de ce liquide, identique dans tous les cas, puisqu'il provient toujours d'une source commune : mais sa quantité est toujours si petite qu'il n'y aura jamais aucun avantage à le retirer du lait. On verra que la matière légèrement sucrée contenue dans cette liqueur animale est la véritable origine de cet alcool, et la cause de la fermentation vineuse dont elle est susceptible.

22. Si la température de l'air excède quinze degrés ; si le lait est exposé à l'air ; si on l'agite pour retarder la séparation de la crême et en tenir les matériaux bien mêlés entre eux, il passe à une fermentation d'un autre genre, et il devient d'une aigreur sensible à l'odorat et au goût. Tout le monde sait que le lait s'aigrit spontanément lorsqu'on le garde quelque temps ; que les grands changemens de l'atmosphère, et sur-tout les secousses électriques et les orages contribuent beaucoup à cette acescence ; qu'on la retarde en le faisant bouillir : ce qu'on attribue au dégagement de sa matière odorante, quoiqu'elle n'ait aucune influence peut-être sur cette propriété ; en même temps qu'il l'éprouve, le lait se caille ou se coagule ; ses matériaux constituant se séparent ; des grumeaux solides plus ou moins volumineux s'en précipitent ; souvent même cette séparation de matière solide se fait tout d'une pièce, et l'on voit une masse blanche opaque demi-concrète, se resserrant sur elle-même, et entourée d'un liquide jaunâtre un peu trouble, qui augmente peu à peu, et qui s'écoule de la masse solide à mesure que les molécules de celle-ci se rapprochent et se condensent. On nomme caillé ou caillebot la portion ainsi épaissie et coagulée spontanément du lait, et petit-lait ce liquide qui

s'en écoule. Ce dernier a une saveur aigre et une odeur piquante ; c'est à mesure et au moment où il a pris cette saveur que la matière caséeuse se solidifie et se sépare. Il s'est formé ainsi un acide nouveau, qui sera bientôt examiné sous le nom d'*acide lactique*. Dans cette décomposition spontanée du lait, et dans sa séparation en matière solide et liquide, on trouve une analogie remarquable avec ce qui arrive au sang ; mais ici elle est le produit d'une acidification qui n'a pas lieu dans le liquide vital, et la comparaison poussée trop loin devient une véritable erreur.

23. Quoiqu'il soit bien prouvé que le lait est susceptible de former par la fermentation un acide d'une nature particulière, il ne l'est cependant pas moins de prendre, par une légère modification, le caractère de véritable acide acéteux. Schéele a trouvé qu'en mêlant six cuillerées d'alcool à trois litres environ de lait ; en laissant fermenter ce mélange dans une bouteille bien bouchée, et en ayant bien soin de donner de temps en temps issue au fluide élastique dégagé pendant cette fermentation, au bout d'un mois le lait se trouvait converti en un très-bon vinaigre. Il suffit de le passer à travers un linge pour le séparer de la partie caséeuse coagulée, et de le conserver dans des vases bien clos ; il peut servir, comme de véritable vinaigre, aux usages économiques et domestiques. On voit dans cette propriété la suite de la fermentation vineuse et le passage rapide du lait à l'état qui suit ordinairement le vin, lorsqu'on commence par y ajouter une portion du produit essentiel de cette première fermentation : ainsi s'établit un rapport de nature très-remarquable entre l'acide lactique et l'acide acéteux.

24. Le lait est coagulé et décomposé par tous les acides, les plus forts comme les plus faibles. C'est dans toutes les liqueurs animales celle qui présente la coagulation la plus prompte et la plus facile. Une grande quantité de grumeaux plus ou moins volumineux s'y forme et s'en sépare au moment même

où l'on y verse l'acide ; s'il est concentré, et qu'on l'agite peu, c'est un caillé solide qui se divise cependant en flocons par l'agitation. Tout le monde connaît l'usage des acides faibles pour opérer la coagulation du lait. Le caillé ainsi formé et bien égoutté ne conserve point de saveur aigre, et l'acide employé reste tout entier dans la liqueur surnageante. C'est donc en s'unissant au serum que les acides séparent la portion caséeuse, et c'est à sa tendance pour se concréter qu'est due la coagulation de cette matière. On le voit sur-tout dans le caillé formé spontanément, qui ne retient aucune aigreur de l'acide lactique, lorsqu'il a été égoutté, exprimé et lavé. On verra plus bas que cet effet est produit par l'attraction de l'acide en général pour l'eau du lait, par le peu de dissolubilité de la matière caséeuse isolée, et par le peu d'attraction de l'acide pour cette matière.

25. Les alcalis ne produisent pas le même effet de coagulation sur le lait, quoiqu'ils séparent d'abord le fromage d'avec l'eau, et qu'ils commencent par épaissir cette liqueur, parce qu'ils ont une attraction très-forte pour la substance caséeuse. On a même opposé leur action sur le lait à celle des acides, parce qu'en ajoutant un alcali à cette liqueur une fois coagulée, on redissout en effet le coagulum, à l'aide d'une forte agitation. L'ammoniaque jouit spécialement de cette propriété ; elle dissout très-promptement et très-facilement les grumeaux formés dans le lait par les acides ; elle rétablit en quelque manière le lait tourné dans quelques boissons chaudes ; et l'on s'en sert pour fondre et faire couler le lait épaissi et grumelé dans les mamelles des femmes en couche, lorsqu'elles sont attaquées de cette maladie très-douloureuse qu'on nomme *le poil*. Boerhaave, en observant que l'*huile de tartre* ou une dissolution épaisse de potasse provenant du tartre brûlé, bouillie avec le lait, lui donnait une couleur jaune qui passait au rouge, avait pensé que ce phénomène imitait le sang, et que ce liquide provenait d'une combinaison semblable entre le chyle et les humeurs

alcalines. Cet effet de couleur qui ne va jamais jusqu'au rouge, et qui est fort éloigné du phénomène de la sanguification, dépend de la réaction de l'alcali sur la matière caséeuse du lait, et du passage de cette matière à l'état d'une espèce d'huile carbonée, comme je le ferai voir plus bas.

26. Les sels, de quelque nature qu'ils soient, ont tous une action assez grande sur les matériaux composans du lait pour les séparer les uns des autres, et c'est ainsi qu'ils décomposent et qu'ils coagulent cette liqueur. Ce ne peut être que par leur attraction pour l'eau qu'ils produisent cet effet; et l'on voit que plus cette attraction est grande, et plus vîte ils opèrent la coagulation du liquide laiteux. Schéele a bien reconnu et la cause et la présence de ce phénomène.

Les sels et les dissolutions métalliques agissent d'une manière compliquée sur le lait, en raison des attractions multiples exercées par les matières salines dissoutes dans ce liquide; mais on doit se borner à énoncer ici leur action coagulante et décomposante en général, consistant dans la séparation de la matière caséeuse. D'autres détails de leurs effets appartiennent aux propriétés particulières des matériaux isolés du lait, et il en sera question dans les paragraphes suivans.

27. On sait, par tous les usages économiques du lait, que cette liqueur s'unit facilement à plusieurs matières végétales; qu'elle se combine avec la gomme, le sucre, la fécule amilacée, les aromates, plusieurs matières colorantes; que les unes lui donnent une consistance plus ou moins épaisse, une saveur agréable, un parfum recherché, une nuance variée. Mais la chimie montre que ces unions ne sont que passagères, qu'elles n'ont lieu qu'aux dépens de la nature même et du mélange intime qui constituent ce liquide, qu'il en est plus disposé à s'altérer et à se décomposer. Schéele a prouvé que toutes ces matières, dissoutes dans le lait et sur-tout chauffées avec lui, parvenaient à le coaguler et à en séparer le fromage. Il a constamment attribué cet effet à la dissolution de ces

matières dans l'eau, et à leur plus grande attraction pour ce liquide que n'en a la substance caséeuse. Beaucoup de fleurs, de grains, de feuilles et de parties de végétaux en général exercent la même action décomposante et coagulante sur le lait, quoique la plante qui a tiré son nom français de caille-lait, ait moins que beaucoup d'autres cette propriété, comme l'ont trouvé les citoyens Deyeux et Parmentier. On se sert, comme on le verra, de plusieurs de ces substances végétales pour isoler le corps caséeux d'avec la partie séreuse. On trouve le même effet dans plusieurs substances animales, soit muqueuses ou gélatineuses, comme les membranes de l'estomac de l'homme, des oiseaux, etc., la colle de poisson, les peaux de tous les animaux, soit acidules ou susceptibles de s'acidifier, comme la présure, la gelée de viande, et on les fait servir aux mêmes usages. L'alcool décompose aussi le lait, et le coagule en flocons très-petits qu'on peut redissoudre sur-le-champ dans l'eau. Cette séparation des flocons du fromage et du beurre est due, comme celle d'un sel dissous, à l'attraction de l'alcool pour l'eau.

28. Tous ces phénomènes chimiques du lait entier prouvent que ce liquide est une substance très-composée et dont les matériaux sont faiblement unis les uns aux autres. Il se présente comme une réunion momentanée, une sorte de suspension de matière grasse et huileuse dans un liquide muqueux et salin dont l'adhérence n'est que peu forte, dont l'équilibre est peu tenace, et dont les principes tendent à se séparer par une foule de causes. Voilà pourquoi on a considéré le lait comme une espèce d'émulsion animale, en le comparant à celle qu'on obtient par la trituration des semences huileuses et muqueuses dans l'eau, à ce liquide épais qu'on prépare en broyant de la gomme et de l'huile avec ce dernier fluide ; mais pour savoir si cette comparaison donne une idée exacte de la nature et de la composition du lait, il faut examiner les propriétés de chacun de ses matériaux composans; savoir, du serum, de la partie caséeuse et du beurre.

§. IV.

Du serum du lait ou du petit-lait.

29. Le serum du lait ou le petit-lait est la partie la plus abondante de cette liqueur. Il ne s'agit point ici de ce que l'on nomme *petit-lait* chez les laitières, et de la liqueur séparée par l'acescence ; c'est du serum non aigri que je veux parler, et il faut des procédés particuliers pour l'extraire ou le séparer du lait ; il faut que ces procédés soient tels qu'ils n'altèrent point la nature de la liqueur séreuse : voici celui qu'on emploie communément avec succès. On fait chauffer le lait entier, en y ajoutant environ un gramme de présure par litre : cette substance, provenant du résidu du lait coagulé dans l'estomac du veau et du suc gastrique qui y est mêlé, fait coaguler le lait avec facilité ; on le laisse bouillir quelques instans ; on le passe ensuite à travers une étamine : il coule une liqueur encore trouble qu'on clarifie avec le blanc d'œuf délayé et agité dans un peu d'eau ; quand il est refroidi, on le filtre à travers un double papier non collé. On peut se servir de la membrane de l'estomac des oiseaux, de la fleur de chardon ou de l'artichaut pour coaguler le lait. Quand on emploie l'acidule tartareux en poudre fine ou le vinaigre, le petit-lait que l'on obtient n'est pas pur, et présente des propriétés qui ne lui appartiennent pas.

30. Le petit-lait ou le serum du lait ainsi préparé est un liquide parfaitement limpide, d'une couleur jaune verdâtre, d'une légère odeur fade et douce quand il est chaud, inodore quand il est froid, d'une saveur douceâtre, légèrement sucrée et onctueuse. Sa pesanteur est un peu moins grande que celle du lait entier ; Muschenbroëck l'avait estimé à 1016, le lait d'où il provenait étant = à 1030 ; le citoyen Brisson donne pour la pesanteur du lait de vache 10324, et pour celle du

petit-lait clarifié qui en a été tiré, 10193. Avant qu'il soit clarifié, il contient encore une petite quantité de matière caséeuse, qui en trouble la transparence, et qui y est suspendue en flocons. Par une chaleur douce et continuée quelque temps, il s'éclaircit et dépose ces flocons. Il est aussi, dans cet état, trouble, d'une pesanteur plus grande qu'après sa clarification. La densité de cette liqueur purifiée prouve qu'elle est très-différente de l'eau; et sa saveur, sa couleur confirment cette vérité : aussi le petit-lait est-il un liquide très-nourrissant. Outre l'exemple des malades que l'on soutient et que l'on nourrit même quelquefois trop fortement avec cette liqueur animale, l'histoire de l'art présente deux faits remarquables par cette propriété, et que fournissent deux hommes célèbres. Boerhaave a vécu plusieurs mois de suite sans autre aliment que du petit-lait, et Ferguson en a fait pendant dix-huit ans entiers sa nourriture, en y ajoutant une simple décoction d'orge. Le petit-lait de ferme est employé aussi à la nourriture de plusieurs animaux.

31. L'action du feu sur le petit-lait donne des résultats différens de ceux que présente le lait. Evaporé dans des vaisseaux ouverts ou distillé au bain-marie, il s'en sépare une grande quantité d'eau peu odorante, et qui ne contient rien de sensible aux réactifs, quoiqu'elle s'altère et se pourrisse; le petit-lait se colore, brunit, se trouble, s'épaissit, devient visqueux, et se prend comme du miel grenu : si, dans cet état, on le pousse au feu dans une cornue, il ne fournit pas les mêmes produits que le lait entier; ils ne sont point de la même fétidité; ils ne contiennent pas une égale proportion de carbonate et de zoonate d'ammoniaque; on y trouve au contraire de l'acide pyromuqueux et du pyromucite ammoniacal; le gaz est moins hidrogène carboné qu'acide carbonique; le charbon qu'il laisse est léger et se brûle facilement. On trouve dans sa cendre un peu de carbonate de potasse, de muriate de soude, et plus de muriate de potasse et de phosphate de chaux.

32. Lorsqu'on évapore le serum du lait jusqu'à la consistance d'un sirop, et lorsqu'on le laisse ensuite refroidir lentement, il s'en dépose des cristaux irréguliers d'un jaune brun, d'apparence grasse et onctueuse, qui, redissous dans l'eau, et purifiés par deux opérations successives, passent par la nuance jaune, et arrivent enfin à l'état de cristaux blancs en parallélipipèdes réguliers. Cette matière est ce qu'on nomme le *sel* ou le *sucre du lait*; substance bien remarquable par ses propriétés, et qui mérite d'être étudiée avec soin.

Kempfer assure que les Bracmanes connaissent depuis long-temps l'art d'extraire le sucre de lait. Fabr. Barthollet ou Bartholdi, médecin italien, en a fait le premier une mention expresse en 1619. Etmuller, Guterman, Testi, Werloschnigg, Wallerius, Fickius, Cartheuser, Vulgamoz et Lichtenstein en ont successivement fait l'histoire et examiné les propriétés. Rouelle le jeune, Schéele, Hermstadt, les citoyens Deyeux et Parmentier se sont spécialement occupés de sa nature et de sa composition chimique. On verra que, malgré les travaux de ces hommes habiles, il reste encore quelque chose à desirer sur cette singulière substance, dont la formation et l'existence dans le lait offrent des considérations d'une grande importance au physiologiste.

33. On prépare assez abondamment le sucre de lait dans les montagnes de l'Helvétie, lieu si renommé par l'excellence de ses pâturages et par celle du lait de ses vaches, ainsi que de ses divers produits. On prend le serum obtenu du lait écrémé d'abord et coagulé par la présure, on le cuit et on l'évapore frais et non aigri, jusqu'à lui faire prendre la consistance de sirop épais, et jusqu'à ce qu'il se fige en matière grenue par le refroidissement. On le verse dans des moules de terre comme le suc de cannes cuit; il s'y prend en une masse que l'on fait sécher au soleil : quelquefois on le coule dans des vases plats à rebord, où il prend la forme de tablettes. Il est fort impur dans cette première opération; on le raffine en le fai-

sant dissoudre dans l'eau ; on clarifie cette dissolution au blanc d'œuf ; on la cuit de nouveau en consistance de sirop épais, qu'on laisse cristalliser lentement par le refroidissement : on obtient ainsi des cristaux blancs en parallélipipèdes rhomboïdaux. L'eau-mère qu'on décante de dessus les cristaux en dépose de nouveaux d'une couleur jaune ou brune qu'on purifie ou qu'on raffine successivement. On n'obtient que très-difficilement en petit dans nos laboratoires quelques rudimens de cristaux de sucre de lait ; mais on a ce corps sous forme grenue et mielleuse. Il paraît, en prenant le terme moyen des proportions que les auteurs en ont indiqué dans les diverses espèces de lait, que le *maximum* de sa quantité est $\frac{1}{28}$, et le *minimum* $\frac{1}{60}$ du lait.

34. M. Lichtenstein a fait l'examen analytique des différentes variétés ou plutôt des différens états du sucre de lait que l'on vend à divers prix dans la République helvétique. Voici les principales qu'il en distingue :

A. *Le sucre de lait blanc* et pur, retiré du serum purifié ;

B. *Le sucre de lait acescent* extrait du petit-lait aigri. Il est coloré, gras, humide, impur ;

C. *Le sucre de lait mêlé d'eau-mère ou de parties grasses*, comme l'auteur les appelle ; c'est celui qui se sépare dans la première cristallisation ;

D. *Le sucre de lait mêlé d'huile et de muriate de soude*, qui cristallise le dernier ;

E. *Le sucre de lait mêlé de parties grasses, de muriate de soude et de muriate d'ammoniaque ;* celui-ci est gluant, humide ; il donne de l'ammoniaque par les alcalis fixes ;

F. Enfin une variété de sucre de lait, mêlé de toutes les substances déja indiquées, et de plus d'une partie extractive et de matière caséeuse. Ce dernier, le plus impur de tous, se rancit ; il est âcre et malfaisant dans cet état. On ne connaît point en France les diverses variétés de ces sucres de lait.

35. Le sel ou sucre de lait bien pur, bien cristallisé offre

au chimiste des propriétés qui n'appartiennent qu'à lui. Il est blanc, cristallin, d'une saveur fade, et comme terreuse malgré le nom qu'il porte, inaltérable à l'air ; il est bien moins soluble que le sucre, puisqu'il faut quatre parties d'eau chaude pour en prendre une ; il en faut plus de douze d'eau froide. Placé sur des charbons allumés, il brunit, se fond moins bien et moins vîte que le sucre, exhale une fumée blanche et d'une odeur piquante de caramel, qui ressemble à celle de ce dernier, se boursoufle, s'enflamme et laisse un charbon noir moins léger, assez facile à incinérer, donnant $\frac{1}{300}$ (30 grains par livre) du poids du sel primitif, où Rouelle a trouvé un mélange de trois quarts de muriate de potasse et d'un quart de carbonate de potasse. Distillé dans une cornue, il fournit de l'eau chargée d'acide pyromuqueux, quelques gouttes d'huile rouge seulement, beaucoup de gaz acide carbonique mêlé de gaz hidrogène carboné, et un charbon léger de la nature déja indiquée. D'après ses propriétés, Rouelle et Vulgamoz l'ont regardé comme de véritable sucre. Schéele a confirmé cette opinion, en convertissant cette matière en acide oxalique par le moyen de l'acide nitrique.

36. Mais une découverte particulière de Schéele sur ce sucre de lait, a cependant fait voir que cette espèce de corps muqueux présentait une différence essentielle d'avec le sucre proprement dit. En le traitant par l'acide du nitre, il remarque qu'il en fallait davantage pour le changer en acide oxalique, qu'il ne fournissait qu'un peu plus du huitième de son poids de cet acide, et qu'il s'en séparait à mesure une poudre blanche un peu soluble, à laquelle il a trouvé les caractères d'un acide particulier, qu'il nomme *acide du sucre de lait*, qui depuis a été désigné dans notre nomenclature par le nom de *sachlactique*, et dont j'ai fait l'histoire, sous celui d'*acide muqueux*, à l'article de la gomme ou du muqueux végétal, parce que cette matière a, comme le sucre de lait, la propriété d'en fournir par l'action de l'acide nitrique. On a vu

dans cet article que M. Hersmtadt, qui a inséré dans les Annales de chimie de Crell deux mémoires sur le sucre de lait, avait cru que l'acide muqueux ou sachlactique était de l'oxalate de chaux masqué par une matière grasse ; mais Schéele qui avait déja eu ce soupçon n'avait pas pu le vérifier, et nos expériences ne l'ont pas confirmé davantage. D'après le peu de saveur, de dissolubilité du sucre de lait, et sa propriété de former de l'acide muqueux comme la gomme, je le regarde comme une sorte d'être moyen entre le corps gommeux et le sucre, je le crois le produit du travail de la digestion ; car il se forme chez les carnivores, dans le lait desquels il est même abondant, comme dans les frugivores, et il est difficile de croire qu'il passe immédiatement de l'estomac aux mamelles par le chyle. Peut-être est-ce ce composé mucoso-sucré qui se trouve dans les urines des sujets attaqués de diabetès miellé. Les citoyens Deyeux et Parmentier croient que le sucre de lait, qu'ils assurent être plus dissoluble dans le lait que dans l'eau, est une combinaison de sucre et d'acide sachlactique, et qu'on peut le faire artificiellement en unissant ces deux matières. Je n'ai point connaissance et je ne puis rien dire des expériences sur lesquelles ils fondent cette assertion, qui me paraît cependant, je ne dois pas le dissimuler, peu d'accord avec ce qu'on sait des propriétés des deux substances qu'elle admet combinées.

37. Quand on a obtenu tout le sucre de lait contenu dans le serum, le liquide qui reste en eau-mère est brun, visqueux, épais, collant ; il donne par le refroidissement, suivant la remarque de Rouelle le jeune, une gelée presque transparente, et il se prend en une masse tremblante comme une décoction animale. C'est dans cette eau-mère qu'existent aussi plusieurs matières salines qu'on peut en séparer, si après l'avoir étendue d'une petite quantité d'eau, on l'évapore très-doucement et avec les attentions qu'on doit apporter dans ce genre

d'expériences. Ce sont des cubes de muriate de potasse qui se déposent ainsi sous forme cristalline : les phosphates de soude et de chaux qui en font partie, et que d'autres essais y font retrouver, y sont très-peu abondans et trop masqués par les premiers cristaux, pour pouvoir y être sensibles. Les réactifs qui les annoncent présentent des phénomènes particuliers avec le petit-lait entier avant qu'il soit évaporé ou concentré : ce sont les dissolutions alcalines et métalliques. L'eau de chaux, la dissolution de strontiane et de barite précipitent très-sensiblement le serum du lait; le précipité est un phosphate terreux insoluble. La potasse, la soude et l'ammoniaque y forment un nuage léger, qui n'est que du phosphate de chaux précipité. Parmi les sels métalliques, les nitrates de mercure et d'argent sont ceux dont on a le mieux examiné l'action sur le serum du lait. Le premier y forme un précipité blanc grisâtre qui devient d'une couleur rosée en se séchant à l'air; le second, en le précipitant, reste en poussière blanche. L'un et l'autre de ces précipités donnent des vestiges de phosphore quand on les distille seuls ou avec du charbon en poudre à une température assez élevée. Ils sont composés de muriate et de phosphate métalliques colorés et salés par une matière animale gélatineuse. L'action des acides sur le petit-lait n'a rien de remarquable; le sulfurique concentré le colore et le charbonne; le nitrique le change en oxalique et en sachlactique. Le petit-lait concentré verdit le sirop de violettes : Rouelle le jeune attribuait cette couleur au jaune de la liqueur.

38. On voit que par les réactifs précédens le serum du lait n'est altéré que dans les substances salines, qu'elles seules produisent les effets annoncés, et que les substances mucoso-sucrée et gélatineuse qui en font cependant les principaux matériaux, car les sels n'y sont que pour quelques millièmes seulement, n'éprouvent ni changement ni altération au moins sensibles par leur précipitation à l'aide de

ces réactifs. A la vérité, on ne peut douter que les alcalis caustiques et les sels métalliques puissans n'agissent sur ces deux substances organiques, comme l'indiquent et le changement de couleur de la liqueur et la coloration des précipités ; mais ces légères modifications ne sont que peu appréciables. Ainsi l'objet du chimiste, en traitant le petit-lait par les réactifs, est particulièrement d'y faire voir les propriétés salines. Il a cependant aussi des moyens, sans d'autres réactifs, de séparer et d'obtenir à part les composés muqueux et gélatineux ; de les distinguer encore par là, soit entre eux, soit des matériaux salins qui y sont mêlés. Quand le serum du lait épaissi et concentré par le feu a acquis la consistance de sirop clair, si on y jette une suffisante quantité d'alcool, il se fait un dépôt floconeux et muqueux qui contient le sucre de lait et la gélatine, également indissolubles dans ce liquide, et séparés d'avec l'eau en raison de la forte attraction qu'elle a pour l'alcool. Le serum ainsi épaissi est encore précipité, quoique peu abondant, par le tannin qui ne s'empare que de la substance gélatineuse qu'il contient, et l'on peut ensuite y retrouver le sel mucoso-sucré du lait par l'addition de l'alcool, qui le précipite à son tour.

39. J'ai beaucoup insisté, dans mes expériences relatives à l'analyse du serum du lait, sur la présence du phosphate de chaux, qui, par sa quantité, m'a paru suivre immédiatement le muriate de potasse. On le trouve dans les cendres du petit-lait entièrement évaporé et brûlé, ou dans celles du charbon qu'il laisse après sa distillation. C'est lui qui se précipite par l'addition de la potasse, de la soude et de l'ammoniaque, dans le petit-lait bien clarifié, et dont la précipitation devient bien plus sensible lorsqu'on a auparavant concentré cette liqueur par l'évaporation. L'acide oxalique, qui trouble constamment le serum et qui y forme un précipité d'oxalate de chaux, fournit encore la preuve de son existence par la base terreuse qu'il lui enlève : les

phosphates de mercure et de plomb que l'on obtient par les dissolutions nitriques de ces métaux, et qui en recèlent l'acide, sont le complément de cette preuve. Le peu de dissolubilité de ce sel, et cependant sa proportion de plusieurs millièmes dans le lait, prouvent qu'il entre dans le plan de la nature de le fournir constamment aux jeunes animaux dans cette première nourriture qu'ils prennent si avidement et si abondamment. J'ai cru avoir trouvé la raison de cette vue de la nature dans la rapidité et l'énergie de l'ossification à cet âge tendre de la vie.

40. Une des propriétés les plus caractéristiques du serum du lait, c'est celle de s'aigrir avec une grande facilité : peut-être passe-t-il auparavant à la fermentation vineuse ; mais elle y est si faible et si légère, qu'on n'en saisit l'instant ou le passage qu'avec peine. L'acescence est au contraire le phénomène le plus constant, le plus marqué que présente ce liquide dans la suite de ses altérations spontanées. C'est par ce mouvement que se forme l'acide lactique. Communément le petit-lait se trouble et dépose quelques légers flocons de matière caséeuse à mesure qu'il s'aigrit : si on ajoute deux ou trois cuillerées d'alcool par chaque litre de ce serum, on obtient de l'acide acéteux au lieu d'acide lactique comme avec le lait entier. J'ai déja dit que Schéele, en examinant le lait spontanément aigri, y avait découvert un acide particulier : il a donné, et les moyens de le purifier, et l'histoire de ses principes et de ses combinaisons. Aucun chimiste n'a rien ajouté au travail de Schéele. On prouve que la formation de cet acide est due à l'altération du sucre de lait ou de sa matière mucoso-sucrée, puisque, lorsque cet acide est une fois bien formé, lorsque le petit-lait fortement aigre rougit vivement les couleurs bleues végétales, on n'en obtient plus cette matière par l'évaporation et la cristallisation.

41. Schéele n'ayant pas pu réussir à séparer l'acide du

petit-lait aigri par la distillation, et n'ayant eu par cette opération qu'un peu d'acide acéteux, dont la formation paraît accompagner constamment celle de l'acide lactique, a cherché d'autres moyens d'obtenir cet acide fixe. Voici celui qui lui a le mieux réussi, et qui, quoique compliqué, prouve la sagacité et l'étendue des ressources de cet habile chimiste. On fait évaporer du petit lait-aigri au huitième de son volume à un feu très-doux; on le filtre pour en séparer toute la matière caséeuse coagulée en flocons; on y ajoute de l'eau de chaux pour en précipiter la terre animale, c'est-à-dire le phosphate de chaux; on le délaie avec trois fois son poids d'eau pure; on en précipite la chaux excédente par l'acide oxalique, en ne mettant pas plus de ce dernier qu'il n'en faut, et de sorte que l'eau de chaux n'y fasse point de nuage ou de stries; on évapore la liqueur en consistance de miel, on y verse de l'alcool qui sépare la portion de sucre de lait ou d'autre matière étrangère, et qui dissout l'acide lactique; on distille la liqueur tirée à clair jusqu'à ce que tout l'alcool ajouté soit recueilli : ce qui reste dans la cornue est l'acide lactique pur. Voici les propriétés spécifiques et caractéristiques que le chimiste suédois lui a reconnues.

42. Il a une saveur aigre assez forte et qui n'est point agréable; il est sous forme liquide et visqueuse quand il est concentré; il rougit bien la teinture de tournesol, et il donne une nuance violette rouge au sirop de violettes. Evaporé même en consistance très-forte, il ne prend pas la forme cristalline ni grenue; mais il a la viscosité mucilagineuse. Distillé dans une cornue, il donne un acide empyreumatique assez fort et analogue au pyrotartareux, très-peu d'huile, des gaz acide carbonique et hidrogène carboné, et un charbon peu abondant adhérent au verre. Uni aux trois alcalis, à la barite et à la chaux, il forme des sels peu cristallisables et déliquescens. Sa combinaison avec la magnésie se cristallise, mais attire aussi l'humidité de l'air. La plupart de ces lac-

tates terreux et alcalins sont dissolubles dans l'alcool. On ne connaît pas le lactate d'ammoniaque, ni ceux d'alumine, de glucine et de strontiane : ce que Schéele a donné sur les propriétés de ces sels n'est encore qu'un premier aperçu. On y trouve néanmoins des rapports avec celle des acétites ; cependant l'acide lactique décompose les acétites.

43. Les combinaisons de l'acide lactique avec les oxides métalliques, et son action sur les métaux principaux ont aussi occupé Schéele ; mais il n'en a étudié que ce qui lui a paru nécessaire pour distinguer et caractériser l'acide lactique, et il n'a pas eu l'intention d'en examiner la série complète : en sorte que son travail n'offre à cet égard qu'une légère ébauche de ce que la science exige. Suivant ses recherches, l'acide lactique n'attaque en aucune manière le cobalt, le bismuth, l'antimoine, le mercure, l'argent et l'or, malgré la longueur du contact entre ces corps et même à l'aide de l'ébullition. Le zinc et le fer s'y oxident et s'y dissolvent, comme dans presque tous les acides, avec dégagement de gaz hidrogène : ce qui annonce qu'ils décomposent l'eau, que l'acide lactique augmente leur attraction pour l'oxigène, qu'il favorise et accélère la décomposition de l'eau, et que ces deux métaux ne contractent avec lui de l'adhérence qu'après avoir été préalablement oxidés. Le lactate de zinc cristallise ; celui de fer ne forme qu'une masse brune déliquescente. Le même acide oxide et dissout le plomb et le cuivre. Souvent, pendant la dissolution du premier de ces deux métaux, il se précipite un peu de sulfate de plomb, qui annonce la présence d'une petite quantité d'acide sulfurique dans cet acide.

44. On voit, d'après cet exposé fidèle des travaux de Schéele sur l'acide du petit-lait aigri, combien il manque encore de faits pour en connaître entièrement les propriétés ; celles qu'il a décrites suffisent seulement pour prouver que c'est un acide particulier et différent de tous les autres. Outre le grand

nombre de ses composés salins qui manquent encore à la science, Schéele n'a pas indiqué l'action du feu sur cet acide, son altération spontanée à l'air, la manière dont il se comporte avec l'acide nitrique, etc. : on ne sait pas s'il est totalement décomposé par ce dernier ou converti dans un autre acide, sur-tout l'oxalique, comme le sont plusieurs acides végétaux. On ignore tout-à-fait sa nature intime et sa composition : quoiqu'il présente des propriétés qui le rapprochent de l'acide acéteux, et qui portent même à croire qu'il en est très-voisin, il ne m'est pas encore possible de le ranger parmi les acides végétaux. D'un autre côté, je ne puis pas davantage prendre un parti relativement à sa nature animale, puisqu'aucune expérience n'y a montré encore la présence de l'azote, et puisqu'on ignore s'il peut fournir de l'ammoniaque dans sa décomposition, s'il est putrescible, si l'on peut le convertir en acide prussique, comme l'on sait qu'on le fait avec toutes les matières animales bien caractérisées. Il doit donc être encore un sujet de recherches pour les chimistes, s'ils veulent en acquérir une connaissance plus positive.

45. On peut conclure de tous les faits contenus dans ce paragraphe, de toutes les expériences analytiques que je viens d'exposer sur le serum du lait ou le petit-lait, que ce liquide est composé d'une grande quantité d'eau, d'une proportion variable de matière mucoso-sucrée cristallisable, de gélatine et de quelques matières salines, spécialement de muriate de potasse, peut-être de sulfate de potasse et de phosphate de chaux ; que les deux premières substances le rendent doux, sucré, susceptible de fermentation, d'acescence, de la propriété nourrissante, de celle de cristalliser, de se prendre en gelée, de précipiter par le tannin ; que les sels, et notamment le phosphate de chaux sont les causes de sa précipitation par les alcalis, des traces de phosphore que donnent ses précipités métalliques traitées à grand feu ; que la

connaissance de ces matériaux constituans explique sa qualité nourrissante et son avantage spécial comme premier aliment des jeunes animaux ; qu'on peut regarder cette composition du serum du lait par rapport à ses deux principes les plus abondans, le corps muqueux sucré et la gélatine, comme le lien naturel qui contribue à tenir légèrement unis les autres matériaux du lait, et notamment le beurre ; qu'enfin ces deux matières font en partie l'office de la gomme dans les loochs, ou du mucilage dans les émulsions des graines végétales.

§. V.

De la matière caséeuse et du fromage.

46. On obtient la partie caséeuse du lait par un grand nombre de matières différentes qui ont la propriété de le faire tourner ou de le faire coaguler. Pour se procurer cette substance pure, il faut avoir soin de prendre le lait écrêmé, afin qu'elle ne soit pas mêlée de matière butireuse. La présure, les fleurs et les réceptacles de la plupart des plantes composées ou syngénésiques, toutes les plantes astringentes, ont la propriété de faire prendre ou coaguler le lait à froid à l'aide d'un peu de temps : les acides, quels qu'ils soient, ont la même propriété ; et comme ils restent dissous dans le serum, on peut s'en servir, pourvu qu'on les emploie faibles et en petite quantité, pour obtenir la partie caséeuse. On peut aussi se servir des parois de l'estomac et des intestins des animaux desséchés, des colles, des gelées, des membranes, qui font naître le même effet. On a vu plus haut que l'alcool agissait encore de la même manière sur la décomposition du lait. La substance caséeuse se sépare, ou sous la forme de petits flocons isolés, ou sous celle d'une espèce de matière tremblante d'une seule pièce blanche et opaque, ou sous celle de grumeaux épais qui tendent à se condenser et à se durcir.

47. Dans les fermes, on fait tourner le lait par différens moyens, mais sur-tout par la présure employée à froid pour préparer les fromages. Ils sont en général de deux natures suivant qu'on les a préparés avec le lait entier et pur, ou bien avec le lait écrêmé. Les premiers constituent les fromages gras, onctueux, qui conservent de la mollesse, de l'opacité, qui ont une pâte fine et douce, qui par une lente altération coulent et forment une sorte de sirop épais, comme on le voit dans les bons fromages de Brie. Le lait écrêmé donne une masse caséeuse dure et solide, qui devient sèche, cassante, qui, quand elle est fortement comprimée, prend une demi-transparence et conserve constamment sa solidité, ainsi qu'on l'observe dans les fromages blancs, qui se durcissent au lieu de se ramollir et de couler. Pour les fabriquer et les conserver on les met égoutter dans des claies, on les sale et on les garde dans des lieux bas et humides, on les serre quelquefois dans des rondelles de planches minces et flexibles ou d'écorce, que l'on nomme *éclisses*, qu'on tourne autour de leurs bords et qu'on rapproche tous les jours de manière à diminuer leur diamètre : on les sale aussi à leur surface. Par ces procédés, on exprime l'eau de la matière caséeuse, on rapproche ses flocons, on leur fait prendre une consistance homogène dans toute leur étendue.

48. Il y a beaucoup de différences dans les fromages suivant la diversité des laits, la nature de la présure qui sert à les séparer et à les précipiter, l'art de les presser, de les pétrir, de les égoutter, de les saler, de les dessécher, de les exposer à divers degrés d'altération ou de fermentation ; suivant la quantité de petit-lait qu'on y laisse, la force de pression qu'on y emploie, la température à laquelle on les soumet, le genre d'entassement ou d'isolement qu'on leur fait subir, le temps pendant lequel on les traite ainsi ; enfin suivant la combinaison générale de toutes les circonstances qui président en quelque sorte à leur préparation. Pour avoir des

fromages à pâte sèche, dense, demi-cornée et demi-transparente, comme ceux de Gruyère, on pétrit avec les mains la matière caséeuse séparée du lait coagulé : après l'avoir malaxée convenablement on l'égoutte sur des claies où on les comprime encore en les pétrissant de nouveau ; on les serre et on en fait sortir le serum, non seulement avec des éclisses mobiles qu'on diminue chaque jour, mais encore avec des poids que l'on place sur eux après les avoir rangés en pile ; on les sale une fois séchés et à plusieurs reprises ; on racle plusieurs fois les moisissures blanches et bleues qui se forment à leur surface ; on s'arrête quand cette moisissure formée sur la croûte desséchée a pris une couleur rouge ; on conduit la fermentation doucement et lentement jusqu'à communiquer aux fromages la saveur et l'odeur qui doivent les caractériser. Cette pratique s'exécute dans des souterrains ou caveaux frais et d'une température constante de 2 à 5 degrés + o. Tels sont les fromages si renommés de Roquefort.

49. Ce n'est point sur ces fromages préparés par l'art, et plus ou moins altérés par une fermentation à laquelle aucun n'échappe, et qu'on retrouve constamment dans toutes ou presque toutes ces préparations alimentaires, que les chimistes font les recherches propres à leur faire connaître les propriétés de la matière caséeuse pure. C'est sur cette matière fraîche, non altérée, et naturelle encore, telle qu'on la précipite du lait au moment même de sa décomposition, qu'ils portent leur attention, qu'ils font leurs expériences. La substance caséeuse, qui n'est point encore du fromage, ainsi obtenue et bien exprimée, est sous la forme de flocons blancs, grenus, faciles à séparer les uns des autres, et cependant susceptibles de s'écraser sous le doigt comme une forte de pâte, d'une saveur douceâtre qui n'est pas désagréable. Elle retient avec force les dernières portions de serum logé entre ses intestins, et il faut employer une grande pression pour la dessécher complétement : alors elle est dense, cassante,

et commence à prendre une demi-transparence ; elle offre dans cet état par son aspect l'idée d'une substance albumineuse concrète. On estime la quantité moyenne de la substance caséeuse au $\frac{1}{16}$ du lait entier. Il y a beaucoup de variétés dans cette proportion.

50. La matière caséeuse, bien rapprochée, pétrie, et privée de tout serum par la pression supposée, aussi bien séparée de substance butireuse, conséquemment extraite du lait écrêmé avec soin, exposée à un feu doux et augmentée peu à peu, se ramollit, devient filante, comme glutineuse et élastique ; à un feu plus fort, elle se fond tout-à-fait, se boursoufle, brunit, exhale une fumée épaisse d'une odeur très-fétide, fortement ammoniacale, et finit par s'allumer en laissant échapper de plusieurs points des jets de flamme blanche et brillante ; elle laisse un charbon assez dense. Si on la distille à la cornue, on en obtient une eau rouge, trouble, fétide, chargée de zoonate et de carbonate d'ammoniaque, une huile très-épaisse, presque concrète, d'une couleur brune foncée, et d'une odeur insupportable, du carbonate ammoniacal concret et sali par un peu d'huile, beaucoup de gaz hidrogène carboné et sulfuré, ainsi que du gaz acide carbonique, et un charbon dur, adhérent au verre, brillant, difficile à brûler, dont la cendre ne présente à l'analyse qu'un peu de muriate de soude, et la plus grande partie de phosphate de chaux. On n'y trouve point de carbonate de soude ni d'oxide métallique.

51. Exposée à l'air dans son état sec, la matière caséeuse y reste et se conserve sans s'altérer ; mais si elle retient une portion de serum entre ses molécules, elle commence par s'aigrir à une température au-dessus de douze degrés ; elle se pourrit ensuite, se ramollit à sa surface ; il s'en écoule une sorte de sanie fétide ; il s'en dégage du gaz ammoniacal, et une odeur fétide insupportable subsistant très-long-temps, très-tenace, et qui paraît être due à un gaz composé, qui

ne s'échappe que très-lentement et très-difficilement; elle passe en même temps par plusieurs nuances successives d'orangé, de rouge, de brun, de bleu, etc. Tout le monde connaît l'horrible infection que répandent les fromages trop faits ou pourris, et l'adhérence, l'espèce de fixité que contracte ce principe odorant sur les divers corps, sur les bois et les murs même qui en ont été imprégnés. La décomposition totale de cette substance est très-longue, et elle présente, comme les chairs et plusieurs autres matières animales déja indiquées, dans une des époques de sa septicité, un corps gras, très-fusible, mis à l'état savoneux par l'ammoniaque, et dont la destruction complète dure long-temps, si le contact de l'eau même abondante n'en abrège pas la durée.

52. L'eau ne dissout presque point à froid la matière caséeuse; elle en tient les flocons les plus divisés plus ou moins long-temps suspendus; l'eau bouillante, sans la dissoudre véritablement, la ramollit et contracte une assez forte adhérence avec elle. Schéele a observé que la substance caséeuse, précipitée par un acide étranger au lait, était en partie dissoluble dans l'eau bouillante; mais cette dissolution ne réussit qu'autant qu'on l'opère au moment même où cette substance vient d'être précipitée: si on en laisse quelque temps les flocons se réunir et se condenser, il n'est plus possible d'y parvenir. Quand la matière caséeuse a séjourné un temps suffisant dans l'eau froide, on la trouve convertie en un corps gras, onctueux, fusible, très-dissoluble dans les alcalis caustiques et d'une odeur fétide. L'eau hâte donc la décomposition spontanée à laquelle cette matière animale est si disposée naturellement. Voilà pourquoi les fromages secs, exposés dans les lieux humides, se ramollissent, augmentent de poids, prennent une odeur, une saveur, un état, en un mot, différens de ceux qu'ils avaient d'abord: c'est ainsi qu'on les mûrit ou qu'on les fait, suivant l'expression familière, et qu'on leur donne les qualités recherchées par ceux qui aiment ce genre de nourriture.

53. Les acides puissans et concentrés agissent assez fortement sur la matière caséeuse, et la dissolvent facilement à l'aide de la chaleur; mais affaiblis par l'eau, ou naturellement faibles, ils n'exercent pas du tout la même action. L'acide nitrique la jaunit, en dégage du gaz azote, des gaz acide prussique, et acide carbonique, et la change en partie en matière graisseuse, et en partie en acide oxalique. Il se forme aussi un peu de matière amère, qui adhère en grande partie à l'huile jaune et qui colore les doigts.

Les alcalis caustiques, bien concentrés dans leur lessive, altèrent, au moment même du contact, la matière caséeuse; ils en séparent de l'azote et de l'hidrogène, qui s'unissent sur-le-champ en ammoniaque, et ils en convertissent la portion résidue en une espèce d'huile avec laquelle ils s'unissent à l'état savonneux. L'ammoniaque dissout rapidement et abondamment la matière caséeuse récemment précipitée ou coagulée, et on regarde cette dissolution comme une des plus promptes et des plus énergiques. La chaux vive forme avec cette matière encore humide une espèce de pâte susceptible d'une grande solidité et d'une grande adhérence : c'est ce mélange que l'on emploie avec le plus de succès pour coller les fragmens de porcelaine. Il y a lieu de croire qu'on ferait un ciment encore plus solide avec la barite et la strontiane.

54. Les sels n'ont pas d'action dissolvante sur la matière caséeuse, mais presque tous s'opposent à sa décomposition spontanée; aussi emploie-t-on spécialement le muriate de soude, autant comme moyen conservateur que comme assaisonnement, pour pouvoir garder les fromages et retarder le mouvement septique qui tend à les détruire. Une ancienne erreur que j'ai déja combattue, avait fait dire que la petite quantité de ce sel hâtait leur fermentation; mais on reconnaît facilement par l'observation que ce n'est pas dans l'intention de la favoriser qu'on emploie ce condiment salin, mais plutôt dans celle de la limiter, en recouvrant leur surface, en absorbant

leur portion humide, en concentrant leur commencement d'altération septique dans leur centre, ou en la bornant à leur extérieur, suivant la nature molle ou solide de ces préparations. Il en est de même des oxides et sur-tout des sels métalliques, qui condensent, resserrent, dessèchent, et conséquemment conservent la matière caséeuse, soit par le rapprochement de ses molécules, soit en absorbant son humidité ou en écartant celle du dehors.

55. Beaucoup de substances végétales sont susceptibles de s'unir à la matière caséeuse, fraîche, molle et humide; on la rend miscible dans l'eau en la broyant avec des mucilages; elle adhère au corps sucré; elle se charge de plusieurs matières colorantes; elle se malaxe et se lie avec les fécules; elle se combine avec le tannin, et se durcit en se séchant dans cette combinaison tannée. Les acides végétaux n'ont pas d'action sur elle; l'alcool la sépare d'avec l'eau du lait et la précipite, comme je l'ai déja indiqué. On ne sait pas bien comment elle se comporte avec les substances animales; on n'a point essayé encore de déterminer ses rapports avec les liqueurs albumineuse, gélatineuse, les sucs graisseux, la fibrine, les liquides animaux les plus compliqués, quoiqu'on conçoive facilement que ce genre de recherches pourrait éclairer la physique animale en faisant connaître la miscibilité, la dissolubilité, la réaction, et l'altération réciproques que ces divers composés organiques peuvent présenter entre eux. On voit bien que cette substance caséeuse est intimement mêlée avec l'huile butireuse et la gélatine dans le lait, et que c'est à ces corps qu'elle doit ou qu'elle concilie la dissolubilité ou l'adhérence avec l'eau, qui fait le véhicule des divers matériaux de ce liquide.

56. Toutes les connaissances acquises sur les propriétés de la substance caséeuse ont fait penser aux chimistes modernes que cette substance avait une analogie remarquable avec l'albumine; et en effet c'est des divers matériaux animaux celui

dont le corps caséeux se rapproche le plus par sa coagulation au feu par les acides, sa dissolubilité dans l'ammoniaque, ses produits à la distillation, son altération par l'acide nitrique. Mais malgré cette analogie il y a cependant entre l'albumine du sang et la substance caséeuse quelques différences notables, qui annoncent que si cette dernière provient du sang, elle a subi en s'en séparant, et pour prendre la forme laiteuse, une modification qu'on n'a point encore appréciée. Les citoyens Deyeux et Parmentier croient que c'est à elle que le lait doit sa blancheur opaque, et non aux molécules huileuses suspendues par sa combinaison avec elles; qu'il n'est pas par conséquent exact de comparer le lait à une émulsion. S'ils ont des faits pour étayer cette nouvelle manière de considérer l'union de la partie caséeuse avec l'eau, on verrait dans l'opacité de cette dissolution un signe assez prononcé d'une oxigénation plus avancée dans cette espèce d'albumine du fromage, que dans les autres espèces connues de cette matière animale. On trouverait même ici un assez singulier rapprochement entre l'albumine caséeuse blanchissant l'eau par sa dissolution, et l'albumine cérébrale qui s'y délaie, s'y dissout en partie, et donne également à l'eau l'apparence émulsive.

Rouelle le jeune avait établi une analogie marquée entre la matière caséeuse et la substance glutineuse de la farine de froment; il était parvenu, en salant et malaxant cette dernière avec du muriate de soude et une petite proportion d'amidon détrempé, à donner au gluten farineux la plupart des caractères, la saveur, l'odeur, l'onctueux du fromage, et il en faisait voir dans ses cours des échantillons ayant acquis par cette préparation les propriétés si caractérisées du fromage fait, qu'il n'était plus possible de les en distinguer.

§. V I.

De la matière butireuse et du beurre.

57. Je distingue la matière butireuse du beurre, parce que la première, contenue dans le lait au moment où il est formé, n'est point encore du beurre, et parce que celui-ci n'existe que lorsque le lait a été quelque temps reposé après avoir été extrait de l'animal qui le fournit. Il en est de cette substance relativement à ces deux états comme de la partie caséeuse et du fromage : la première, toute contenue dans le lait, peut en être séparée sans altération intime ; mais cependant elle ne devient fromage qu'en éprouvant, comme on l'a vu, une modification, un changement plus ou moins grands, depuis même le fromage le plus frais jusqu'à celui qui est le plus avancé, le plus affiné ou le plus près de sa décomposition putride. Le beurre présente encore dans sa séparation et dans sa formation une différence plus grande d'avec son état laiteux que n'en offre la matière caséeuse, au moins jusqu'à sa simple précipitation du lait. C'est sur ce point remarquable de son histoire que j'insisterai d'abord, parce qu'il n'a point encore été convenablement traité par les chimistes qui m'ont précédé. En 1790 j'ai publié, d'après une suite d'expériences faites au cours du lycée de cette année, un nouveau point de théorie sur la formation du beurre. J'y ai fait remarquer que la crême se formait plus abondamment à l'air que dans des vaisseaux fermés et dans le vide ; qu'il fallait qu'elle y restât exposée quelque temps pour pouvoir fournir du beurre ; qu'on ne pouvait pas le retirer de la crême récente ; qu'à mesure qu'elle restait à l'air, elle devenait plus solide, se condensait, et prenait une couleur jaune ; qu'il fallait au moins quatre fois plus de temps pour séparer le beurre de la crême formée en vingt-quatre

heures, que pour l'extraire d'une crême de huit jours ; que tout cela prouvait une action de l'air qui contribuait à la formation du beurre, à sa concrétion et à sa séparation.

58. D'après les faits constans et connus dans toutes les laiteries et les fermes, voici comment il faut concevoir la production du beurre. La matière butireuse contenue dans le lait à l'état d'une huile liquide et blanche, suspendue dans le serum à l'aide du corps mucoso-sucré et de la substance caséeuse, se sépare à l'aide du repos et vient nager à la surface avec une petite portion de serum et de flocons caséeux très-fins auxquels elle adhère. Ce composé, plus huileux et plus léger que la liqueur séreuse et caséeuse, à mesure qu'il prend le contact de l'air par son séjour au dessus de cette liqueur, absorbe l'oxigène atmosphérique, se solidifie, se concrète, se colore et devient de véritable beurre. Cependant on peut préparer le beurre avec du lait même nouvellement trait, et en l'agitant long-temps ; et j'en conclus qu'il y a dans le lait assez d'oxigène pour en saturer la matière butireuse par la percussion. D'un autre côté, il y a quelques crêmes d'où l'on ne peut point extraire de beurre en les battant très-long-temps, et qu'on est obligé d'abandonner dans les fermes. Assez constamment on attend que la crême ait resté cinq à six jours à l'air pour battre le beurre, et dans les grands établissemens ruraux on ne fait cette opération que deux fois par décade : en général il y a beaucoup de variétés dans la propriété des laits par rapport et à la quantité et aux qualités du beurre qu'ils fournissent, et plus particulièrement encore à la facilité avec laquelle le beurre s'en sépare. Une observation suivie et quelques essais simples seraient nécessaires pour en déterminer la cause.

59. Le hazard a offert la séparation et la concrétion du beurre dans le lait agité : les outres, où les Tartares et les peuples nomades transportent le lait en changeant sans cesse de lieu et en errant dans des déserts avec leurs bestiaux, leur auront

montré ce produit concrété en glèbes solides par l'agitation et la percussion contre les parois de ces vases, et le bon goût de ce produit leur en aura conseillé l'usage et dicté l'art de le faire en provision ; aussi en trouve-t-on des traces dans la plus haute antiquité, et elles se perdent même dans les premières traditions du monde. Le mode de battre la crême ou le beurre varie suivant les pays et la quantité qu'on en fabrique : c'est en général en tournant ou en promenant avec rapidité des axes mobiles garnis de volans ou d'espèces de moussoirs dans des vases plus ou moins grands, et qu'on remplit en partie de crême. Ce sont des espèces de tonneaux ou de barattes, ceux-là fixés horizontalement, celles-ci placées verticalement, qui servent à cette opération. Après une percussion ou une rotation de quelques heures, le mouvement de l'axe et des volans qu'il porte et qui se ralentit peu à peu, est tout-à-coup arrêté par la masse du beurre qui y adhère en s'y attachant toute entière. On pétrit ensuite cette masse dans l'eau pour en séparer exactement la portion du petit-lait et des flocons caséeux qui y sont interposés.

60. On voit, d'après cette description, qu'on n'obtient le beurre du lait que lentement, et à l'aide d'une grande et forte agitation, qui modifie la matière butireuse en lui faisant absorber une portion de l'oxigène du lait ; qu'il est bien plus facile à préparer avec la crême, et qu'une percussion bien moins grande en opère la concrétion ; que plus la crême est ancienne et plus cette opération est prompte ; qu'ainsi le beurre n'est pas tout formé dans le lait, et qu'au moment où saturée de ce qu'il lui faut d'oxigène, la matière butireuse est convertie en beurre, elle se prend promptement en une masse qui n'adhère plus à la liqueur séreuse de la crême, parce que l'attraction entre ses propres molécules est plus forte que celle qu'il a pour les autres principes du lait. Quand cette production et cette séparation du beurre ont

lieu, il reste une liqueur jaunâtre, quelquefois légèrement orangée, qu'on nomme lait de beurre : elle est plus fluide que le lait non écrêmé, d'une saveur douce et agréable, entièrement semblable par sa nature au lait qui a été entièrement privé de sa crême. Les citoyens Deyeux et Parmentier en ont fait un examen particulier : ils ont trouvé que le lait de beurre ne se coagulait que très-difficilement par la présure, que les acides et l'alcool en séparaient promptement et facilement de la matière caséeuse en flocons très-fins ; qu'il avait une très-grande disposition à s'aigrir.

61. Le beurre ainsi préparé est le plus communément d'une couleur jaune ; il y en a qui est blanc comme une espèce de graisse ; il est regardé comme inférieur au premier. On croit que cette coloration diverse tient à la nature des alimens ; mais il est bien connu des habitans des campagnes qu'elle tient à la diversité des individus qui donnent le lait ; qu'ainsi telle vache fournit constamment du beurre blanc, et telle autre du beure jaune. Le contact de l'air influe aussi sur la coloration du beurre ; une crême ancienne en donne de plus jaune, et une récente de plus pâle. Les mottes de beurre exposées dans les marchés sont plus dorées dans leur surface extérieure que dans leurs couches intérieures. Le beurre frais a une saveur douce et onctueuse qui est très-agréable, et qui le fait employer comme assaisonnement : la différence de nourriture et de saison influe beaucoup sur cette propriété du beurre. Sa consistance molle et très-ductile, quoiqu'il soit concret en général, varie encore suivant un grand nombre de circonstances. Toutes les propriétés physiques du beurre sont sujettes à varier suivant les mêmes circonstances.

62. Le beurre très-frais se fond à une température de 29 à 30 degrés de Réaumur. En le tenant fondu dans un tube de verre plongé dans l'eau bouillante, il s'en sépare et il vient nager à sa surface un liquide blanc rempli de petits

flocons opaques qui sont un mélange de sérum du lait et de matière caséeuse. Par cette séparation le beurre devient presque transparent ; mais il a perdu alors sa saveur douce et onctueuse ; il est devenu gras et fade : d'où il résulte que le beurre bien frais doit son goût doux, agréable, à une portion de serum et de matière caséeuse. Aussi les beurres fondus, avec quelque précaution qu'on les prépare, deviennent-ils plus gras, d'une consistance grenue et d'une saveur infiniment moins agréable qu'ils n'en avaient auparavant. Si le beurre n'a été chauffé qu'à la température nécessaire pour le fondre, il se fige en refroidissant et ne présente aucun signe d'altération. Si on le distille dans une petite cornue, il donne quelques gouttes d'eau âcre par l'acide sébacique qu'elle contient ; la plus grande partie du beurre s'élève et passe toute entière avec une odeur forte, piquante, et très-désagréable, comme on le voit dans les cuisines où l'on prépare tant de mets au beurre roussi ou roux ; il se dégage beaucoup de gaz hidrogène carboné ; il ne reste que quelques traces d'un charbon dense, difficile à brûler, et ne contenant presque rien qu'un peu de phosphate de chaux. En redistillant les produits du beurre, on rend l'huile plus légère et plus volatile. Si on le distille dans un vase très-grand et qui contienne beaucoup d'air on obtient plus d'eau, plus d'acide sébacique, une huile moins concrescible, plus de fluides gazeux et plus de charbon, parce que l'air de l'appareil contribue à la décomposition de la matière butireuse, en fournissant à son hidrogène une proportion suffisante d'oxigène pour le brûler. L'acide sébacique non contenu dans le beurre se forme ici, comme dans la graisse distillée, aux dépens de sa décomposition et d'un autre arrangement entre ses principes.

63. Le beurre éprouve par le contact de l'air chaud une altération qui le rend âcre et odorant. Cette rancidité est due à la formation d'acide sébacique qui a lieu assez promptement. Le lavage à l'eau et à l'alcool ôte une grande partie de ces propriétés désagréables au beurre.

Le beurre s'unit par la fusion au phosphore et au soufre comme la graisse.

Les acides agissent sur lui de la même manière que sur cette dernière ; le sulfurique concentré le brunit et le charbonne ; le nitrique lui cède une portion de son oxigène ; les autres n'ont aucune action sur lui.

Les alcalis le dissolvent très-bien ; la soude forme avec le beurre un savon solide qu'on pourrait employer avec avantage en médecine. La barite, la strontiane et la chaux le durcissent en s'y combinant. L'ammoniaque se rapproche aussi de l'état savonneux en le laissant liquide. Les savons de beurre, brûlés et calcinés, donnent des sébates alcalins ou terreux comme la graisse, et ces sébates sont aussi dus à l'action du feu.

Les oxides métalliques s'unissent à l'aide du feu avec le beurre, et en forment des savons métalliques peu ou point dissolubles, de consistance emplastique. Il décompose à chaud les dissolutions métalliques, et leur enlève, sur-tout aux nitrates, les oxides auxquels il se combine.

64. Parmi les substances végétales le beurre s'unit aux extraits ; les gommes et le sucre triturés avec lui le rendent miscible à l'eau ; il se combine facilement par la fusion avec les résines, les gommes-résines et les baumes ; il se dissout aisément dans les huiles fixes et volatiles ; il absorbe et retient fortement le camphre ; il attire plusieurs matières colorantes auxquelles il adhère beaucoup. On se sert même depuis long-temps de cette dernière propriété, pour donner au beurre une couleur jaune dorée plus ou moins intense ; on emploie pour cela les carottes rouges, le curcuma, la fleur de souci, la graine d'asperge, les baies d'alkekenge. On peut multiplier beaucoup et varier singulièrement les nuances du beurre. La racine d'orcanette lui donne un rose brillant, la violette un bleu sale mais assez intense, les feuilles d'épinards une couleur verte brillante. Le procédé consiste à mêler les ma-

tières colorantes concassées ou hachées avec la crême avant de la battre ; la couleur passe ainsi dans le beurre au moment où il se concrète, et pas avant cette époque. Le beurre ainsi coloré se conserve long-temps ; on ne le décolore même qu'avec peine. On peut aussi faire passer ces diverses couleurs dans le beurre à l'aide de la fusion ; mais le beurre ainsi coloré ne peut servir d'assaisonnement. Les matières très-odorantes et aromatiques s'unissent aussi au beurre avec facilité, et on peut le parfumer par leur mélange au moment où on le bat, avec la canelle, le girofle, la muscade, le macis, l'écorce d'orange, de citron, la vanille, etc. ; il n'en faut que bien peu pour lui communiquer de l'odeur sans âcreté.

65. On doit conclure de tout ce qui précède que le beurre est une espèce de suc huileux concret et oxigéné rapproché de la graisse et non pas d'une huile végétale unie à un acide, comme on l'avait pensé autrefois ; que cette matière, sans être entièrement constituée en beurre dans le lait, a cependant une grande disposition à le devenir et à se séparer de cette liqueur à mesure qu'elle absorbe de l'oxigène à l'atmosphère, quand on agite le lait et mieux encore la crême, avec le contact de l'air, contact qu'on multiplie singulièrement par cette agitation ; que le beurre qui doit ses qualités de beurre frais à un mélange d'une petite proportion de serum et de matière caséeuse la plus légère, et qui les perd par la simple fusion la plus légère, se comporte ensuite comme une espèce de graisse dans toutes les combinaisons comme dans tous les procédés analytiques auxquels on le soumet ; et qu'enfin il y a lieu de croire, d'après ces phénomènes chimiques autant que d'après les observations anatomiques du célèbre Haller, que la graisse qui enveloppe de toutes parts la glande mammaire, contribue, à l'aide des canaux décrits par ce grand anatomiste, à la formation du lait, en lui fournissant vraisemblablement la base de la matière butireuse : tandis que la lymphe lui donne le principe mucoso-sucré, et le sang la

substance albumino-caséeuse, ainsi que les sels qui y sont en dissolution.

§. VII.

Des différentes espèces de lait, comparées à celui de vache.

66. Dans l'examen général du lait et de ses diverses parties, qui a fait jusqu'ici l'objet de cet article, j'ai pris le lait de vache pour exemple, comme terme moyen de toutes ces sortes de liqueurs animales, comme celui dont on se sert le plus fréquemment et pour un plus grand nombre d'usages, parce qu'on se le procure le plus abondamment et le plus facilement de tous. Mais il est également utile, il est même nécessaire pour beaucoup de circonstances de la vie de connaître les caractères et la nature des autres espèces de lait qui servent, ou souvent, ou quelquefois seulement, soit comme alimens, soit comme médicamens, soit comme objets de manufactures rurales et sujets de produits avantageux à des pays entiers. Il faut donc comparer entre eux le lait de femme et ceux d'ânesse, de chèvre, de brebis et de jument, qui tous, rapportés à ce que j'ai dit du lait de vache, n'exigeront de moi que le simple exposé de leurs différences. La plupart des auteurs cités au commencement de cet article ont plus ou moins parlé de ces différences; mais il n'en est pas qui s'en soient occupés avec autant de soin et qui les aient étudiées plus que les citoyens Deyeux et Parmentier. Ce sera donc spécialement d'après eux que je suivrai ici les caractères spécifiques de chaque espèce de lait, en faisant comme eux plus d'attention à la qualité de leurs principes qu'à la quantité, parce que cette dernière, variable par mille circonstances, ne peut rien présenter de fixe à l'observateur.

A. *Lait de femme.*

67. Le lait de femme est généralement reconnu pour être moins épais, moins opaque et plus sucré que celui de vache. Son colostrum ressemble souvent à une légère eau de savon; le repos y fait surnager des flocons gras et onctueux, dont la percussion ne peut pas tirer de beurre. La liqueur, après cette séparation, est peu opaque, devient visqueuse, s'aigrit, se putréfie et paraît contenir peu de matière caséeuse : tel est le colostrum du premier jour. Celui du second, plus blanc, donne une espèce de crême floconeuse qui ne fournit pas plus de beurre que le précédent; celui du troisième et du quatrième jour prend le caractère de lait véritable sans permettre encore d'extraire de beurre de sa crême : les acides le coagulent bien, et on en clarifie aisément le serum.

Le lait bien formé, examiné à diverses époques jusqu'au onzième mois après l'accouchement, présente des variétés, même à différentes parties du jour; il va cependant en diminuant de qualité, en général à mesure qu'on s'éloigne de la couche. Sa crême, très-abondante, ne permet pas quelquefois d'en séparer le beurre; alors elle est très-liquide, onctueuse et semble contenir une huile non concrescible.

68. Quand la crême du lait de femme est épaisse, elle donne par la percussion du beurre ferme, un peu jaune, d'une saveur ordinaire et en petite quantité. Tous les procédés qui coagulent le lait de vache produisent le même effet sur celui de femme; le fromage en est en général molasse, onctueux, et ne prend pas le même état concret. Le serum clarifié est à peine coloré, sa saveur est plus sucrée que celui du lait de vache; il ne contient que peu de principe mucoso-sucré de plus; Haller cependant en indique d'après Navier, Hoffman, Yonna, la proportion à celui de vache comme 67 : 54. Ce serum est moins composé que celui de

vache, il contient moins de sels, et c'est à cela que les citoyens Deyeux et Parmentier attribuent sa saveur plus sucrée. Il n'est pas de lait qui se soit montré plus variable dans son analyse que celui de femme. Au moindre changement de santé il perd sa consistance; à la suite du spasme il ne contient plus de matière caséeuse; il répugne alors à l'enfant, qui ne reprend le sein que quand le lait est revenu à son état naturel. Les femmes maigres et délicates donnent souvent un lait plus fort et plus abondant que les femmes grasses. On sait avec quelle facilité les propriétés médicamenteuses et sur-tout purgatives passent des nourrices aux enfans; cela est beaucoup plus marqué chez les femmes que dans les femelles des animaux. Les passions ont aussi sur leur lait une influence très-remarquable.

69. Les citoyens Deyeux et Parmentier ont examiné jusqu'aux différences qui naissent des diverses méthodes de faire tetter les enfans. Suivant leurs observations il y a de grands inconvéniens à les faire tetter souvent, et à ne leur faire prendre qu'une petite quantité de lait à la fois: alors il est toujours trop séreux. Les femmes qui prennent, sans y penser et pour étouffer les cris de leurs nourrissons, la mauvaise habitude de les faire tetter très-souvent, et qui ne leur donnent ainsi qu'un lait toujours trop liquide ou sereux, en petite quantité à chaque fois, sont beaucoup plus sujettes que les autres aux engorgemens du sein, et à toutes les affections qui dépendent des altérations et du séjour de ce liquide dans les canaux mammaires. Il paraît qu'il se passe ici un phénomène semblable à celui de la traite fractionnée ou faite par parties différentes dans les vaches; on a vu que le premier lait était le plus séreux, le moins épais, le moins gras, et que ses propriétés y allaient tellement en croissant vers le dernier temps de la traite, que c'était ainsi que les laitières se procuraient le lait crêmeux. Il y a donc beaucoup d'avantage et pour l'enfant et pour la mère, à ne donner

à tetter à l'enfant qu'à des heures réglées et assez éloignées pour que le lait bien homogène soit tiré en entier par le nourrisson, dont le besoin est alors plus grand, et qui vide plus complétement la mammelle.

B. *Lait d'ânesse.*

70. L'ânesse bien nourrie et bien soignée fournit un lait toujours plus fluide que celui de vache, et dont la consistance ressemble plus à celui de la femme. Il est en général peu savoureux; il donne constamment un beurre blanc, mol et très-susceptible de se rancir. La présure, les acides et tous les moyens connus coagulent le lait d'ânesse; son coagulum est communément en magma, dont une partie vient nager à la surface de la liqueur, tandis qu'une autre partie se précipite. Le serum est très-facile à clarifier. Il n'a pas ou presque pas plus de couleur que celui du lait de femme; un peu moins sucré que celui de ce dernier, il l'est sensiblement plus que le petit lait de vache. Cependant Haller donne pour la quantité du corps mucoso-sucré contenu dans le lait d'ânesse une proportion plus grande que pour le lait de femme: cette proportion est suivant lui : : 82 : 67; en sorte que cette liqueur paraît être celle de toutes qui contient le plus de sucre de lait. Les citoyens Deyeux et Parmentier, en examinant comparativement le lait de trois ânesses, assurent avoir trouvé beaucoup de variétés dans le serum qu'ils en ont obtenu. Il leur a paru contenir les mêmes sels que celui de vache, mais en moindre quantité.

C. *Lait de chèvre.*

71. Le lait de chèvre est le plus épais de tous, suivant les mêmes chimistes. Il a une odeur qui déplaît à quelques personnes, et qu'on peut diminuer par les soins et la propreté

dans l'entretien de l'animal ; celui des chèvres blanches est moins odorant qne celui des chèvres noires. Il donne beaucoup de crême, et celle-ci fournit beaucoup de beurre. Le beurre de chèvre est blanc, il prend beaucoup de fermeté et il se conserve long-temps sans se rancir. Le même lait contient aussi beaucoup de matière caséeuse qu'on en sépare facilement par tous les moyens connus. On l'obtient sous la forme d'un caillé très-serré, très-épais. On clarifie bien ensuite le serum de ce lait ; il est ordinairement jaunâtre, avec une teinte verdâtre. Suivant Haller la proportion du sucre de lait qui y est contenu par rapport à celui du lait de vache est comme 49 : 54 ; et, suivant les citoyens Deyeux et Parmentier, il n'en contient pas moins que ce dernier : mais ce qui leur a paru très-remarquable, c'est qu'ils assurent n'y avoir trouvé que du muriate de chaux après en avoir extrait la matière mucoso-sucrée. On serait porté à croire que le phosphate de chaux doit y être aussi abondant d'après la grosseur, la dureté et la longueur du poil de cet animal, sur la nature duquel ce sel a beaucoup d'influence, comme je l'ai déja indiqué dans l'article de l'analyse du poil.

D. *Lait de brebis.*

72. Peu différent au premier aspect du lait de vache, il présente cependant à l'analyse, faite sur-tout par les citoyens Deyeux et Parmentier, des caractères bien prononcés qui le distinguent. Il offre une crême abondante mais peu épaisse, d'où l'on sépare un beurre mou, très-fusible, de la consistance d'une huile figée, d'une couleur jaune très-pâle, qui se rancit facilement. Les acides et l'alcool le coagulent promptement. Sa matière caséeuse est grasse et visqueuse ; son serum, difficile en général à clarifier, donne facilement du sucre de lait presque pur dès la première cristallisation, suivant les chimistes cités. C'est cependant de tous les laits celui qui,

d'après les auteurs recueillis et comparés par Haller, fournit le moins de ce corps mucoso-sucré; sa proportion avec celui de vache est : : 37 : 54. Le serum, après l'extraction de ce corps, contient du muriate de chaux en très-petite quantité, suivant les citoyens Deyeux et Parmentier.

La différence la plus remarquable ou le caractère le plus saillant du lait de brebis consiste dans les propriétés ou la manière d'être de sa partie caséeuse; son état visqueux et mou est la cause de la consistance grasse que présentent constamment les fromages qu'on en prépare. C'est pour cela que dans quelques pays on a soin de mêler le lait de brebis au lait de vache et de chèvre, pour donner aux fromages qu'on y fabrique une qualité plus grasse, plus moelleuse, une pâte plus molle et qui ne se dessèche que difficilement.

E. *Lait de jument.*

73. C'est le lait le plus fluide de tous ceux qui ont été cités. Il est presque sans odeur et sans saveur. Le peu de crême qu'il donne est très-liquide, jaunâtre, et ne fournit que difficilement une petite quantité de beurre de mauvaise qualité; il semble que la matière caséeuse, qui ne se sépare que difficilement de ce lait par les acides végétaux reste adhérente au beurre, comme il en reste une portion dissoute par ces acides ainsi que par le serum. Cependant on clarifie aisément celui-ci, et on en obtient du sucre de lait par l'évaporation.

Suivant les extraits comparés de Haller, le lait de jument est le second dans la série des laits, relativement à la quantité de sucre qu'il peut donner; il suit immédiatement le lait d'ânesse, et il tient le milieu entre celui-ci et le lait de femme. La proportion de ce principe mucoso-sucré relative à celle que présente le lait de vache est, suivant ce célèbre physiologiste : : 70 : 54. On sait que le lait de jument gardé

quelque temps devient énivrant, et que c'est celui dans lequel on a observé pour la première fois cette propriété de fermentation vineuse.

F. *Matériaux des différens laits comparés entre eux.*

74. En comparant, après ces détails donnés sur chaque lait en particulier, la nature constante, plus utile à connaître que la proportion variable des produits qu'on en retire, voici les résultats que les recherches des citoyens Deyeux et Parmentier leur ont présentés.

Tous les laits se couvrent de crême à leur surface, mais elle varie dans les laits divers.

a. Dans le lait de *vache* elle est abondante, épaisse, jaune.

b. Dans le lait de *femme*, plus liquide, blanche et en petite quantité.

c. Dans le lait de *chêvre*, plus abondante que dans le lait de vache, plus épaisse, plus blanche, et sur-tout moins acescente.

d. Dans le lait de *brebis*, presque aussi abondante et aussi jaune que dans celui de vache, mais toujours reconnaissable par une saveur particulière.

e. Dans le lait d'*ânesse*, peu épaisse, peu abondante, souvent analogue à celle du lait de femme.

f. Dans le lait de *jument*, très-fluide, semblable, par sa couleur et sa consistance, à de bon lait de vache qui n'a pas laissé monter sa crême.

75. Le beurre toujours huileux, doux, très-fusible, a les propriétés comparées suivantes :

a. Extrait de la crême de *vache*, tantôt très-jaune, tantôt pâle, souvent blanc, toujours assez consistant.

b. Difficile à extraire de la crême du lait de *femme*, en petite quantité, insipide, d'un jaune pâle, souvent inséparable de la crême qu'il rend onctueuse; on en a faussement conclu que ce lait ne donnait pas de beurre.

c. Le beurre de lait d'*ânesse*, toujours très-blanc, mou et très-sujet à se rancir promptement.

d. Le beurre de *chèvre* se sépare facilement de la crême, est très-abondant, toujours blanc, ferme et mou, rancescible.

e. Le beurre de *brebis*, un peu jaune, toujours mou, assez sujet à se rancir.

f. Le beurre de lait de *jument*, difficile à obtenir en petite quantité, ne prenant de la consistance qu'à force du lavage à l'eau froide, très-disposé à la rancescence.

76. La matière caséeuse est aussi un produit constant, un des matériaux constituans du lait; elle varie dans les espèces de la manière suivante.

a. Celle du lait de *vache* est volumineuse, tremblante, comme gélatineuse, fort abondante, retenant beaucoup de serum qu'on en fait sortir par une légère compression.

b. Celle du lait de *femme*, peu abondante, sans cohésion entre ses molécules, toujours onctueuse et filante, ne retenant que peu de serum entre ses molécules.

c. Celle du lait d'*ânesse*, à peu près semblable à la précédente, sans être onctueuse.

d. Celle du lait de *chèvre*, en grande quantité, en coagulum épais, plus dense que le caillé du lait de vache, retenant moins de serum.

e. Celle du lait de *brebis*, toujours grasse, visqueuse, difficile à rapprocher en caillé, donnant une pâte molle aux fromages.

f. Celle du lait de *jument* peu abondante, fort semblable à celle du lait de femme.

77. La liqueur séreuse fait en général la partie la plus abondante des laits; elle y varie ainsi dans les espèces :

a. Le serum du lait de *vache* clarifié est tantôt d'une couleur citrine, tantôt verdâtre, d'une saveur douce, contenant du sucre de lait et des sels.

b. Celui du lait de *femme*, peu coloré, d'une saveur très-

sucrée, le troisième, suivant Haller, par rapport à la proportion de corps mucoso-sucré.

c. Le serum du lait d'*ânesse*, sans couleur, contenant moins de sel et plus de sucre de lait que celui de vache.

d. Le serum du lait de *chèvre*, à peine jaunâtre, peu sucré, tenant l'avant-dernier rang par la quantité de matière sucrée, avec peu de sels; presque uniquement du muriate de chaux.

e. Le serum du lait de *brebis*, presque toujours sans couleur, d'une saveur fade et comme grasse, le moins chargé de sucre de lait, tenant du muriate et du phosphate de chaux en très-petite quantité.

f. Le serum du lait de *jument* peu coloré, le second, d'après Haller, pour la quantité de matière sucrée qui y est contenue, et chargé, suivant les citoyens Deyeux et Parmentier, de plus de matières salines que la plupart des autres laits.

§. VIII.

Des usages du lait.

78. Les usages du lait sont extrêmement multipliés et toujours d'une grande importance. On peut les considérer sous le quadruple rapport d'usages naturels, d'usages économiques, d'usages médicinaux et d'usages dans les arts. Sous les trois premiers de ces rapports, ce liquide alimentaire et médicamenteux fait la richesse de plusieurs nations entières assez sages dans leur simplicité, et assez heureuses dans ce que nous appelons leur barbarie, pour se contenter des dons purs de la nature et pour placer leur richesse dans l'abondance des bestiaux, qui fournissent de quoi satisfaire tous leurs besoins. Les peuples pasteurs ou nomades, qui vivent presque uniquement de laitage, et les temps où un grand nombre de ceux qui sont aujourd'hui civilisés y puisaient leur simple

nourriture, nous retracent encore les beaux jours que les poètes nous ont peints comme l'âge d'or, et il semble au philosophe qui compare et ces siècles et ces hommes heureux à ceux d'aujourd'hui, que la douceur de cet aliment des premiers habitans de la terre ait dû influer sur la douceur et l'aménité de ces mœurs antiques.

79. En gonflant de lait les mammelles des mères immédiatement après le part, la nature a donné aux animaux le double bienfait d'une nourriture nécessaire au petit, et d'une évacuation utile aux femelles. Celles-ci, après l'abondance des sucs qui ont distendu long-temps leur système utérin, trouvent dans l'évacuation du lait un écoulement à ces sucs surabondans, tandis que les petits y puisent un aliment approprié à leur faiblesse, d'abord laxatif, ensuite devenant de plus en plus nourrissant, facile à changer en leur propre substance, et contenant, par une admirable prévoyance, la matière solidifiable de leurs os dans une proportion correspondante à l'accroissement rapide que ces organes prennent dans le premier âge de la vie. Sous ce double rapport on voit qu'il est aussi nécessaire aux femelles, après l'accouchement, d'évacuer cet excès de liquides, qu'aux petits de s'en nourrir, et que si les premières ne peuvent sans danger renoncer à allaiter, les seconds ne peuvent pas davantage être privés de cet aliment sans inconvénient. Aussi des maladies graves, douloureuses, souvent mortelles, sont la juste peine des mères qui se soustraient à ce devoir, tandis qu'une faiblesse durable et une langueur de toute la vie menacent les jeunes animaux qui sont privés de cet aliment.

80. L'homme a dû de bonne heure, et presque dès les premiers jours du monde, être conduit par l'observation, à employer comme aliment le lait des animaux qu'il a su dompter et faire servir à ses besoins. Aussi les différentes préparations alimentaires faites avec le lait remontent-elles à l'antiquité la plus reculée. Le lait tout entier ne dure qu'une saison,

ou au moins diminue trop dans les autres pour qu'il puisse suffire aux besoins ; il fallait donc trouver des moyens de le préparer de manière à ce que l'excédent d'une des époques de l'année pût être conservé pour le déficit des autres époques. De là les diverses espèces de fromages. Les altérations naturelles que le lait éprouve, observées de bonne heure, ont également donné naissance à la foule de mets si variés qu'on prépare avec ce liquide, et sur-tout à la crême, au beurre, au caillé, au lait de beurre, au serum aigri, etc. Les Tartares ont su depuis long-temps fabriquer des liqueurs enivrantes avec le lait. Son emploi, comme assaisonnement, son mélange et sa combinaison avec les fruits, le miel, le sucre, les infusions et décoctions diverses, les parfums végétaux qui ajoutent des saveurs et des odeurs plus ou moins agréables à la douceur et à l'onctueux du lait, n'ont été imaginées que long-temps après les produits tirés entièrement de ce liquide. L'art a tant multiplié ces préparations, qu'il serait inutile d'en entreprendre le dénombrement, puisque d'ailleurs elles varient dans les divers pays. On doit à la chimie moderne d'avoir ajouté aux anciens usages économiques du lait celui de le convertir en vinaigre qui peut remplacer avantageusement, pour certains cantons, l'acide fourni par le vin, le cidre, la bierre et les fruits aigres.

81. Il est peu de médicamens dont les médecins aient autant multiplié les usages que le lait. Comme substance douce, relâchante, calmante, émolliente, rafraîchissante, il convient à une grande quantité de maux. Il en est même qu'il semble guérir spécifiquement, comme les accès de goutte, de rhumatisme, les éruptions dartreuses rebelles, l'altération commençante des poumons, les affections ulcérées des voies urinaires, etc. A cette action générale et commune de tous les laits sur l'économie des animaux, l'expérience a fait voir qu'il était permis d'ajouter l'action particulière de chacune des espèces de lait ; que le lait d'ânesse était le plus léger

et le plus facile à digérer ; que celui de chèvre était beaucoup plus lourd et convenait pour les estomacs forts et vigoureux, et dans les cas où il fallait nourrir et réparer les forces ; que le lait de femme, le plus doux et le plus sucré, dont la partie caséeuse est la plus abondante, était au contraire très-approprié dans les estomacs affaiblis, dans les digestions difficiles. Aussi est-ce dans l'intention de remplir ces diverses indications que les médecins prescrivent l'une ou l'autre espèce des quatre laits de femme, de chèvre, d'ânesse et de vache. Ils ont aussi imaginé de diviser le lait et de l'étendre avec l'eau, d'en préparer le petit-lait ou le serum, et de le donner isolément, soit doux et clarifié, soit aigri ; de combiner les diverses espèces de laits avec différens médicamens, d'adoucir ou de modérer leurs effets par cette addition, ou de favoriser l'intromission de ce liquide dans les humeurs en lui donnant un peu plus d'activité, en corrigeant sa fadeur, sa pesanteur sur l'estomac, son effet quelquefois resserrant, ou au contraire son action souvent relâchante. Il faut au médecin des connaissances exactes de chimie pour prescrire ces mélanges ou ces combinaisons du lait avec différentes substances médicamenteuses sans détruire les propriétés de celles-ci ; ainsi il doit savoir que l'eau de chaux en précipite du phosphate calcaire en passant elle-même à cet état, que beaucoup de sels métalliques y sont décomposés, que les matières susceptibles d'acescence le coagulent. Enfin on a poussé en médecine l'administration du lait jusqu'à l'imprégner de quelques propriétés médicamenteuses, en traitant, par différens moyens, les animaux qui le fournissent, ou la femme elle-même qui allaite son enfant.

82. Les ressources multipliées que les laits des animaux fournissent comme alimens sous mille formes diversifiées, ne laissent que peu d'extension à l'usage de ces liquides utiles pour les arts étrangers à la nourriture. Cependant s'il n'est pas très-employé dans les arts, il n'y est pas sans utilité. Le

lait aigri et trouble sert souvent dans les manufactures où l'on apprête les toiles fines, pour leur donner ce beau blanc qu'on ne nomme pas sans justesse *blanc de lait*. On croit même dans ces ateliers qu'aucune autre substance ne pourrait équivaloir à cet acide lactique, quoique d'habiles chimistes aient assuré que l'acide sulfurique noyé dans l'eau produit le même effet. On envoie, des riches montagnes de l'Helvétie, dans plusieurs parties de la France, des tonneaux pleins de petit-lait aigri, consacré à ce procédé de blanchiment. J'ai dit ailleurs que la matière caséeuse, pétrie fraîche avec de la chaux, formait une pâte tenace, et susceptible de se durcir, dont on se servait pour recoller des porcelaines. Le beurre gâté sert à mille usages que l'industrie des arts chimiques éclaire; on en fait du savon, des enduits, etc.

Fin du neuvième volume.

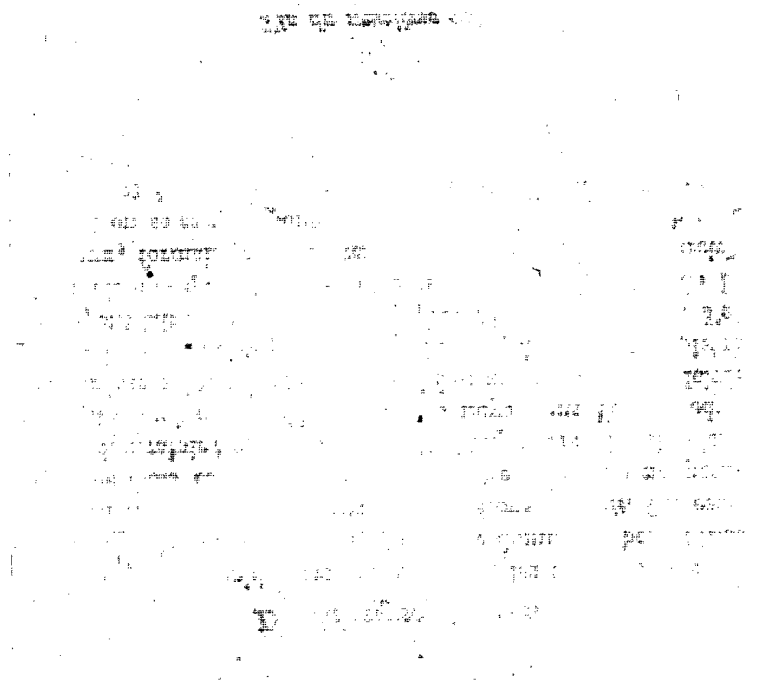


TABLE DES MATIERES

DU NEUVIÈME VOLUME.

SECTION VIII.

Des substances animales.

Ier. ORDRE DE FAITS. *Généralités sur la structure et sur la composition des substances animales.*

IIIe. ORDRE DE FAITS. *Des propriétés des substances animales en particulier.*

Fin de la table du neuvième volume.

ERRATA

Page 6, ligne 32. à les porter, *lisez* à les changer de place.
13 — 3-13. dix, *lisez* huit.
48 —— 17. portion, *lisez* position.
49 —— 18. après *volatil*, ajoutez *animal.*
50 —— 13. principe, *lisez* produit.
84 —— 25. 1732, *lisez* 1782.
92 —— 20. combustions, *lisez* combustibles.
95 —— 9. oxides, *lisez* acides.
107 —— 30. le carbone, *lisez* le carbonate.
140 —— 24. congelable, *lisez* coagulable.
144 —— 22. terreux, *lisez* insoluble.
150 —— 4. gélatineuse, *lisez* glutineuse.
151 —— 28. bouillir, *lisez* chauffer.
180 —— 13. comme l'acide carbonique, *lisez* et l'acide carbonique.
259 —— 16. prendre, *lisez* perdre.
408 —— 11. terreux insoluble, *lisez* pulvérulent et insoluble.
416 —— 33. intestins, *lisez* interstices.
425 —— 25. *après* nourriture, *ajoutez* des animaux.

SYSTÈME

DES

CONNAISSANCES CHIMIQUES.

SYSTÊME

DES

CONNAISSANCES CHIMIQUES,

ET DE LEURS APPLICATIONS

AUX PHÉNOMÈNES

DE LA NATURE ET DE L'ART;

PAR A. F. FOURCROY,

De l'Institut national de France; Conseiller d'État; Professeur de chimie au Muséum d'histoire naturelle, à l'École polytechnique et à l'École de médecine; des Sociétés philomathique et philotechnique, d'Agriculture, d'Histoire naturelle; de la Société médicale d'émulation, de celle des Amis des arts, de celle des Pharmaciens de Paris; du Lycée républicain, du Lycée des arts; membre de plusieurs Académies et Sociétés savantes étrangères.

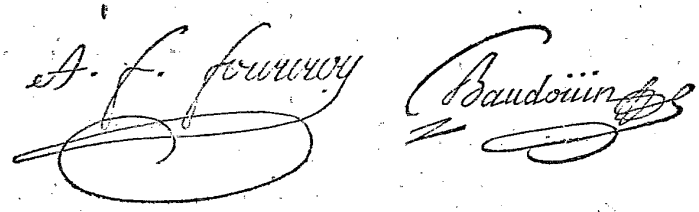
TOME X.

PARIS,

BAUDOUIN, Imprimeur de l'Institut national des Sciences et des Arts, rue de Grenelle-Saint-Germain, nº. 1131.

BRUMAIRE AN IX.

Cet ouvrage est mis sous la sauve-garde de la loi.
Tous les exemplaires sont signés par l'Auteur et l'Imprimeur.



SYSTÊME

DES

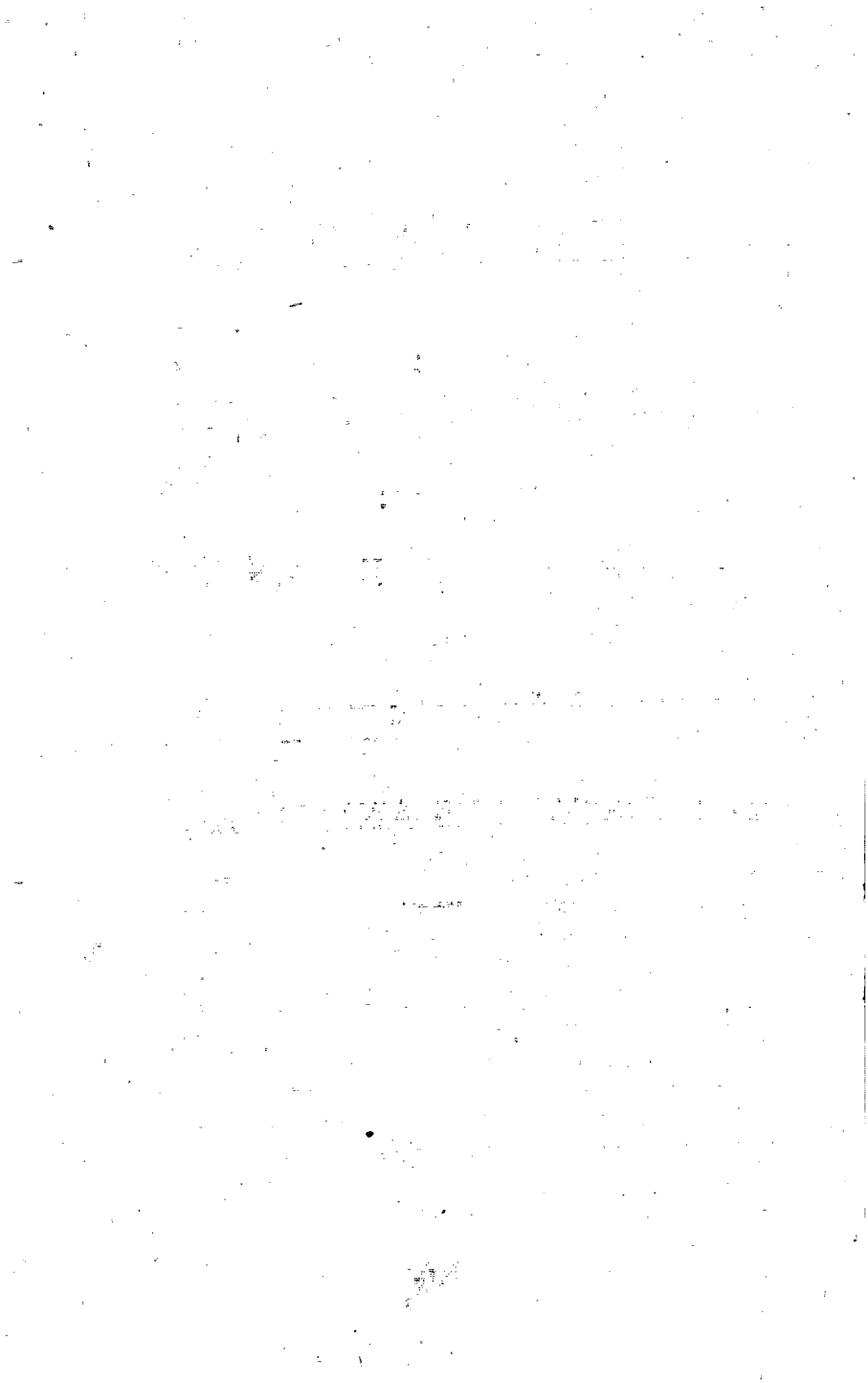
CONNAISSANCES CHIMIQUES.

SUITE

DE

LA HUITIÈME SECTION.

DES SUBSTANCES ANIMALES.



SUITE
DE
LA HUITIÈME SECTION.

ARTICLE XX.

Des sucs gastrique et pancréatique.

1. Le suc gastrique, qui existe toujours plus ou moins abondamment dans l'estomac des animaux, et qui en humecte les parois, se sépare dans des glandes qui sont très-sensibles chez les oiseaux, mais qu'on ne voit qu'avec peine et qui paraissent être très-peu abondantes chez l'homme et les mammifères. Ce suc est d'ailleurs très-difficile à obtenir pur, puisqu'il est mêlé si souvent de salive, de mucus, de bile, de résidu d'alimens, etc. Voilà pourquoi beaucoup d'auteurs, sans nier son existence, ont douté au moins de sa grande influence dans la digestion. D'anciens essais chimiques, dus à Wepfer, Brunner, Viridet, Floyer, Rast, avaient déja été tentés sur le suc gastrique, comme on le voit par la courte notice publiée par Haller dans sa physiologie. Mais ces essais n'étaient rien moins que propres à faire bien connaître la nature de cette humeur; et ils ne pouvaient que jeter de l'incertitude sur ses propriétés. Il avait d'ailleurs toujours paru difficile de s'en procurer assez pour le soumettre à une analyse exacte, et ce n'est que dans les temps modernes qu'on a commencé à trouver des moyens de l'obtenir pur.

2. Dès 1744 Réaumur, l'un des physiciens et des naturalistes français qui ont le mieux senti la nécessité de faire avec

exactitude et précision des expériences sur les animaux vivans, a le premier conçu et exécuté le projet d'examiner le suc gastrique, et de déterminer son effet dans la digestion des alimens. Il a bien prouvé que cette fonction ne s'opérait pas par la pression et la trituration, et qu'elle était principalement due à l'action de ce suc. Depuis lui, Spallanzani a repris ce travail il y a bientôt vingt ans, et il a poussé les expériences beaucoup plus loin que Réaumur, sur-tout relativement aux procédés pour recueillir le suc gastrique aussi pur qu'il est possible, et pour pouvoir le soumettre à quelques essais chimiques. Il a spécialement réveillé en quelque manière l'attention des physiciens sur cette matière, et c'est depuis son travail que les citoyens Scopoli, Monch, Brugnatelli, Carminati, Jurine, Gosse, Toggia, Vauquelin et Macquart ont entrepris diverses recherches, à l'aide desquelles on a aujourd'hui, sinon une connaissance complète, au moins quelques notions plus positives que celles qu'on avait autrefois.

3. On ne sait rien d'exact sur la véritable source du suc gastrique, et il ne paraît pas y avoir d'organe glanduleux destiné à sa secrétion, au moins dans les mammifères. On ne peut donc pas puiser ce suc très-pur dans un réservoir où on soit sûr de le rencontrer en quantité suffisante ; il n'est possible de l'obtenir assez pur, comme l'a fait Spallanzani, qu'en faisant avaler des éponges à des oiseaux, en les attachant avec un fil qui sort du bec, et en les retirant après les avoir laissé séjourner quelques heures dans l'estomac de ces animaux à jeun. Celui de l'homme, qu'on s'est procuré par des vomitifs, celui qu'on a tiré de l'estomac des veaux ou des moutons au moment où on venait de les égorger, après les avoir laissés jeûner quelque temps, ne peut pas être regardé comme du suc gastrique pur, parce qu'il est mêlé soit d'autres liqueurs exprimées en même temps, soit de quelques résidus alimentaires. Aussi est-on bien loin de pouvoir regarder encore l'analyse du suc gastrique comme suffisante pour la phy-

sique animale : ce qu'on a fait ne peut encore être considéré que comme des essais préliminaires propres à en faire sentir l'importance.

4. A défaut d'expériences suivies sur la nature du suc gastrique pur, on peut s'aider, pour commencer à étudier ses propriétés, de plusieurs autres tentatives, qui, sans avoir un rapport direct avec les véritables procédés chimiques, peuvent au moins les suppléer. Je place dans ce genre les observations faites sur les alimens rendus, par le vomissement naturel ou artificiel, à différentes époques de la digestion, les nombreuses recherches de Réaumur et de Spallanzani sur les effets du séjour de divers alimens enfermés dans des tubes ouverts au milieu de l'estomac, et qui n'ont pu être pénétrés et changés que par le suc gastrique ; les faits vus par quelques observateurs sur le suc gastrique, ou au moins sur un liquide stomacal qui devait le contenir, évacué par les efforts du vomissement ; les essais faits par plusieurs médecins modernes, soit sur le séjour de diverses substances plongées dans le suc gastrique des oiseaux, de quelques mammifères, soit sur les applications de ce suc dans plusieurs maladies internes et externes. En faisant concourir le résultat de ces diverses observations ou tentatives expérimentales avec la portion de véritables recherches chimiques commencées sur le suc gastrique par quelques chimistes modernes, on y trouvera au moins plusieurs points de l'histoire chimique de cette liqueur.

5. Plusieurs physiologistes disent avoir trouvé le suc gastrique acide, soit après qu'il avait été rendu par le vomissement naturel, soit après l'effet du vomitif, soit dans l'estomac même des animaux ouverts pour des recherches anatomiques. On l'a vu dans ces cas plusieurs fois assez aigre pour rougir le tournesol et faire effervescence avec les carbonates alcalins. On a même été jusqu'à dire que les parois de l'estomac étaient également acides. D'autres ont trouvé le suc gastrique amer,

âcre et acide tout à la fois dans les oiseaux de proie; aqueux, trouble et salé dans les ruminans. Le citoyen Gosse, de Genève, a observé que son propre suc gastrique avait une acidité bien marquée lorsqu'il avait fait usage de végétaux crus. Spallanzani croit que ce caractère dépend de la nature des alimens, et n'appartient pas au suc gastrique proprement dit, puisqu'il assure ne l'avoir jamais trouvé acide dans les carnivores, et toujours au contraire dans les frugivores. L'acidité trouvée dans le suc gastrique est due, suivant les uns, à un acide analogue à celui du citron, de l'oseille ou du vinaigre; tandis que le citoyen Brugnatelli l'a crue produite par l'acide phosphorique, que les citoyens Vauquelin et Macquart ont en effet reconnu dans le suc gastrique du veau, du bœuf et du mouton. Il faut joindre à ces premiers aperçus ce que d'autres observateurs ont eu occasion de remarquer sur les alimens rejetés à différentes époques de leur séjour dans l'estomac, qu'ils ont trouvés plus ou moins aigris, et les faits nombreux des vents et des rapports, qui font souvent naître une sensation aigre, très-forte et très-désagréable dans la gorge et dans la bouche.

6. Dans les expériences suivies de Spallanzani sur les effets produits dans les alimens par le suc gastrique chez différens animaux, expériences confirmatives de celles de Réaumur, il a reconnu que ce suc était le principal agent de la digestion; qu'il changeait les alimens en une espèce de pâte molle et homogène; qu'il ramollissait les cartilages, les tendons et les os même; qu'il dissolvait indifféremment les substances végétales ou animales, sans paraître avoir plus d'attraction pour les unes que pour les autres, malgré la nature des animaux et leur genre d'alimens; qu'il était un des antiseptiques les plus puissans, puisqu'il rétablissait les chairs pourries introduites dans l'estomac, et empêchait l'altération septique des substances d'ailleurs très-susceptibles de putréfaction, et qu'on y laissait plongées. C'est un dissolvant sin-

gulièrement actif, sans âcreté, qui s'unit promptement à toutes les substances alimentaires. Les résultats que j'indique ici ont été obtenus par le professeur de Pavie, en faisant avaler à des oiseaux et à des mammifères des tubes de bois, ouverts et grillés par leurs bouts pour contenir les fragmens de différentes substances, et y laisser facilement pénétrer le suc gastrique.

7. Une des plus remarquables propriétés du suc gastrique, consistant dans sa qualité antiseptique, a dû le plus frapper aussi l'attention des physiciens ; et c'est sur elle qu'ils ont beaucoup multiplié leurs essais. Après avoir extrait ce suc des corneilles et du mouton, soit en leur faisant avaler des sphères métalliques, soit en le prenant immédiatement dans leur estomac ouvert ; après avoir bien reconnu que les matières animales les plus putrescibles, entourées de ce liquide, y restaient plusieurs jours sans altération, quoique les mêmes matières, laissées dehors, seules ou trempant dans l'eau, se corrompaient facilement : les citoyens Carminati, Jurine et Toggia ont appliqué ce suc à l'extérieur sur des ulcères fétides, et ils en ont éprouvé de grands effets pour arrêter la disposition putride de ces surfaces. Cet essai a été répété par plusieurs médecins depuis les premiers, et le plus grand nombre ont confirmé le résultat général énoncé ici. Cependant il semble qu'il n'ait pas assez satisfait les hommes de l'art, puisqu'on n'en a pas généralisé l'emploi, depuis dix ans que ces expériences ont été commencées, et puisqu'on n'a pas substitué l'usage du suc gastrique aux antiputrides externes, connus et administrés long-temps avant lui.

8. On peut conclure de la réunion de ces différens ordres de faits, que la nature générale du suc gastrique n'est pas à beaucoup près connue, d'après les expériences physiologiques ; que ce suc paraît différer dans les divers animaux, et ne se ressembler dans tous que par sa propriété ramollissante et dissolvante ; que ses propriétés sensibles paraissent

recevoir des modifications variées des alimens reçus dans l'estomac, sur-tout lorsque l'usage de ceux-ci est pendant quelque temps le même; que s'il est quelquefois ou même souvent acide, ce n'est point à sa propre nature qu'appartient ce caractère, mais aux mélanges des résidus alimentaires; qu'il n'y a point d'acide particulier qu'on doive nommer *acide gastrique*, comme quelques chimistes l'avaient cru, ou qu'au moins son existence n'est pas prouvée; que ce qui caractérise le plus essentiellement ce liquide animal vivant, c'est sa double propriété de dissoudre, de fondre au moins, ou de ramollir toutes les matières chargées de molécules alimentaires, et d'en retarder ou d'en arrêter entièrement la décomposition putride, et même de corriger cette décomposition déja bien prononcée dans des substances alimentaires.

9. Peut-être a-t-on poussé trop loin l'énergie de cette puissance dissolvante, lorsqu'on a dit que les pierres silicées les plus dures, le cristal de roche lui-même, étaient émoussées dans leurs angles, dépolies et par conséquent dissoutes par l'action du suc gastrique. Il est bien plus facile de concevoir cette singulière observation de Hunter, qui a remarqué cette force dissolvante agissant sur les parois même de l'estomac, les ramollissant, les macérant, les dissolvant, lorsqu'il n'y a plus dans ce viscère d'alimens sur lesquels sa force puisse s'exercer, et cet effet ayant lieu même quelques heures après la mort de l'homme. Peut-être est-ce en cela que consiste le sentiment de la faim, qui devient, lorsqu'elle a duré quelque temps, une sensation douloureuse, comme celle d'un âcre ou d'un léger corrosif. Quoiqu'il soit difficile d'élever des doutes sur les expériences répétées par tant de physiciens habiles et exacts, relativement à la propriété antiseptique du suc gastrique, j'ai à leur opposer les essais des citoyens Macquart et Vauquelin, dont j'ai été témoin, et qui ont été faits dans mon laboratoire, puisque des viandes plongées dans le suc gastrique du bœuf, du veau et du mouton, se sont pourries aussi facile-

ment et aussi promptement que des portions de la même chair restée en contact avec l'air ou macérées dans l'eau.

10. Les premiers physiologistes qui ont employé les moyens et les raisonnemens chimiques pour connaître le suc gastrique, n'ont obtenu que des résultats incertains et presque tous peu utiles. Suivant Réaumur, Viridet, Deidier, Peyer, Brunner, Langrish, Collins, ce suc, regardé comme salivaire, est entièrement évaporable, muqueux, insipide ou légèrement salé, ni acide, ni alcalin. Rast de Lyon, dans des expériences tentées sur l'invitation de Haller, a trouvé dans le mulet et le mouton à jeun le suc gastrique muqueux, visqueux, écumant et devenant fétide, non coagulable par l'acide sulfurique et le nitrique, verdissant les violettes, mousseux par l'agitation, se volatilisant tout entier au feu, inaltéré par l'alcool, déposant des filamens par un alcali fixe. Haller a conclu de ces essais faits à sa sollicitation, que le suc gastrique était composé d'eau et d'un mucilage, et se rapprochait de la nature alcaline. Au reste, il le regardait comme un mélange de salive, de mucilage stomacal, du suc de l'œsophage, de l'humeur pancréatique, et d'une espèce de mucus séparé par des glandes. On voit que l'immortel anatomiste de l'Helvétie n'avait pas des idées plus nettes de la nature du suc gastrique, qu'il n'en avait de la plupart des liquides animaux. Il est vrai qu'il écrivait cette partie de son grand ouvrage en 1764, époque où la chimie organique était encore plongée dans les plus épaisses ténèbres.

11. M. Scopoli a examiné avec un peu plus de soin et d'exactitude le suc gastrique de corneille, que Spallanzani lui avait adressé en l'invitant à le soumettre à l'analyse chimique. M. Scopoli y reconnut d'abord une odeur désagréable : la chaux et la potasse en développèrent de l'ammoniaque. Il verdit le sirop violat, ne fit point effervescence avec les acides puissans. Exposé à un feu lent, il donna un soixante-douzième environ d'un résidu déliquescent, fétide,

non effervescent. Il en retira par la distillation une eau ammoniacale, du carbonate d'ammoniaque concret; il se prit dans la cornue en une masse obscure, extractiforme, non effervescente, d'une odeur empyreumatique, d'un goût salé, amer, nauséabonde, exhalant de l'ammoniaque par le contact d'un alcali fixe. Ce suc précipita le nitrate en muriate d'argent. Il a conclu de ces expériences que le suc gastrique des corneilles était un composé d'eau, de substance animale savonneuse et gélatineuse, de muriate d'ammoniaque et de phosphate de chaux, que M. Scopoli nomme *terre animale*. On voit que cette analyse, insérée dans l'ouvrage de Spallanzani sur la digestion, n'a aucun rapport direct avec les recherches de ce physicien, et qu'elles n'ont rien appris sur la cause de la grande force dissolvante ni de la propriété antiseptique du suc gastrique.

12. Depuis le travail de M. Scopoli sur le suc gastrique des corneilles, je ne connais que les citoyens Macquart et Vauquelin qui se soient occupés de quelques recherches chimiques sur cette liqueur animale. Ils se sont procuré dans les boucheries du suc gastrique de mouton, de bœuf et de veau. Il est naturel de croire qu'ils ont dû obtenir des résultats différens de ceux de M. Scopoli, en opérant sur la liqueur stomacale de ruminans. Aussi y ont-ils trouvé des phosphates et de l'acide phosphorique libre, dont le chimiste italien ne parle pas. Ils en ont aussi séparé un peu d'albumine par les acides, et ils en ont de plus obtenu une substance animale muqueuse ou gélatineuse. Aucun des sucs gastriques qu'ils ont analysés ne leur a présenté cette propriété antiseptique dont on a tant parlé; tous les trois, au contraire, se sont corrompus en quelques jours, et ont exhalé, en se troublant, une odeur très-fétide. On peut croire que si la propriété antiseptique du suc gastrique est prouvée dans l'estomac vivant par les expériences de Spallanzani, qui montrent, en effet, que des matières animales ne contractent point de mauvaise

odeur dans ce viscère, et que celles qui y sont introduites avec des signes certains de putréfaction sont corrigées par le fait même de la digestion, au moins cette propriété antiseptique perd beaucoup de son énergie hors de l'estomac, et que le suc gastrique se pourrit alors avec plus ou moins de facilité. L'odeur fétide que M. Scopoli a décrite dans le suc gastrique de corneille, que Spallanzani avait confié à son analyse, annonce bien cette propriété de septicité.

13. J'ai réuni le suc pancréatique avec le suc gastrique, soit parce que la source et le réservoir de ces deux liquides sont les plus voisins l'un de l'autre, soit parce que l'histoire du suc pancréatique ne contient encore rien de réel, rien d'assez connu et d'assez important pour devoir être traité en particulier. On sait que le pancréas, glande assez grosse, située dans les contours du duodenum, a un canal excréteur du diamètre d'une plume à écrire, décrit et présenté gravé en 1642 par Wirsungus, formé par la réunion d'un grand nombre d'autres petits canaux, et qui va, en augmentant de gauche à droite, s'ouvrir dans l'intestin duodenum, après s'être réuni avec le canal cholédoque dans l'épaisseur même des membranes de l'intestin. On trouve presque toujours ce canal vide dans les dissections. Haller n'a jamais pu y apercevoir du suc pancréatique dans l'homme, et Rast n'a jamais pu, dans l'école vétérinaire de Lyon, et sur l'invitation de Haller, en trouver assez et le séparer assez bien de la bile dans les plus grands animaux pour le soumettre à des expériences.

14. Le desir de soutenir l'opinion de F. Sylvius leur maître, a fait trouver à Reg. de Graaf et à Schuylius ou Schuyl des moyens de se procurer ce suc, en introduisant dans le canal pancréatique des chiens une fiole qu'ils y ont liée, et où le suc s'est amassé. Quoique la plupart aient péri dans cette opération très-difficile en effet, et dont il était permis de ne point espérer de succès, elle leur a réussi assez pour reconnaître que cette liqueur était blanchâtre, d'une saveur légère-

ment salée, et fort semblable à la salive, comme la structure du pancréas et de son canal ressemble à celle des glandes et des canaux salivaires. Collins a trouvé, depuis, la même analogie entre les calculs pancréatiques et les calculs salivaires. Graaf a recueilli jusqu'à 32 grammes de ce suc en huit heures dans un chien, et Schuyl jusqu'à plus de 90 grammes en deux heures dans le même animal. Le premier de ces anatomistes, en calculant et après le poids comparé du corps, a estimé que dans l'homme il pouvait s'écouler 288 grammes (à peu près 9 onces) de suc pancréatique en 24 heures; et Haller trouve ce calcul faible, même d'après la comparaison des glandes salivaires.

15. Graaf et Schuyl assuraient, à la fin du siècle dernier, que le suc pancréatique, comme la salive, était acide; qu'il rougissait la teinture de tournesol; qu'il coagulait le lait, et que sa saveur était très-manifestement aigre. C'était ainsi qu'ils soutenaient l'hypothèse de Sylvius, qui voulait que ce suc acide fît effervescence avec la bile, séparât le chyle des excrémens, et porté jusque dans le cœur avec le sang, y agît en l'irritant, en le gonflant par la même effervescence. Dippel soutint la même idée sur le suc pancréatique et la poussa jusqu'à prétendre que le pancréas donnait un acide et non d'alcali à la distillation. Cette hypothèse de Sylvius ne se soutint pas long-temps; on en abusa au point d'y trouver la cause des maladies et l'indication des remèdes. Drelincourt, Pechlin, Brunner, Bohn, Fréd. Hoffman, et Boerhaave successeur de Sylvius, la combattirent avec avantage; ils soutinrent que le suc pancréatique n'était point acide, ne coagulait pas le lait. Deux témoins de l'expérience trop fameuse de Graaf sur un matelot mort rapidement, et dans lequel il disait avoir trouvé le suc pancréatique acide, soutinrent que ce suc était insipide; Deidier montra même qu'il verdissait au contraire le sirop de violettes; et comme l'hypothèse principale de Sylvius consistait dans la cause du

mouvement du cœur, et le vrai principe vital attribué à la liqueur pancréatique, Brunner contribua beaucoup à la renverser, en prouvant que les chiens à qui il avait, ou enlevé le pancréas, ou détruit ou lié le canal pancréatique, vivaient même sans des accidens bien graves ou bien sensibles.

16. La comparaison et une certaine analogie entre le suc pancréatique et la salive sont cependant restées comme des assertions assez exactes dans les écoles, depuis la chûte de l'hypothèse de Sylvius, et elles sont généralement admises, quoiqu'il n'y ait pas d'expériences positives faites sur la nature de ce suc. On le croit fait pour délayer la bile cystique, diminuer son âcreté et son énergie sur les intestins, favoriser son mélange avec les alimens, retarder ainsi la descente de ceux-ci dans le canal intestinal. De là, dit-on, la faim plus forte et le vomissement de bile chez les animaux à qui l'on avait enlevé le pancréas, la grandeur de cette glande proportionnée à l'abondance et à l'âcreté de la bile. On admet aussi dans le suc pancréatique la propriété de délayer et de dissoudre la masse alimentaire. C'est ainsi qu'on explique la voracité des animaux chez lesquels ce suc est versé dans l'estomac ou très-près de ce viscère, la grosseur du pancréas dans les animaux qui ne boivent pas, la sécheresse et le resserrement du ventre chez les sujets où le canal pancréatique est comprimé, chez les chiens à qui Brunner a ôté le pancréas. C'est au reste une analyse nouvelle et importante à faire que celle de ce liquide encore si peu connu, et cependant si intéressant à connaître pour la physique animale et la médecine.

ARTICLE XXI.

De la bile.

§. Ier.

Formation et secrétion de la bile.

1. La bile est une des humeurs animales qui exigent l'étude la plus approfondie, à raison, et de son importance dans l'économie animale, du rôle qu'elle joue dans la digestion, des appareils vastes et imposans que la nature a consacrés à sa formation, à sa secrétion, et des nombreuses altérations dont elle est susceptible et qu'il importe tant au médecin de connaître. Il n'est pas non plus de matière sur laquelle on ait écrit davantage; et ce n'est cependant que quelques années après la moitié du dix-huitième siècle qu'on a commencé à acquérir des notions exactes sur sa nature et sa composition, comme je le ferai voir bientôt. Cependant, quelle substance a plus de besoin d'être bien connue parmi toutes celles que présente le corps des animaux? Continuellement préparée par un viscère d'un volume et d'un poids considérables, la seule étendue de son organe secrétoire montre qu'elle est destinée à des usages d'un ordre très-relevé dans l'entretien de la vie. On trouve le foie dans presque tous les animaux, jusqu'aux insectes et aux vers, où il offre, à la vérité, une structure très-différente de celle des mammifères, des oiseaux et des poissons, par les nombreux filets vasculaires isolés et flottans qui le constituent dans ces deux classes d'animaux. Il occupe constamment une grande place dans leur corps, et il constitue un système bien déterminé d'organes et de fonctions destinés à exercer une grande influence dans la machine animée.

2. Le foie, viscère très-gros dans l'homme et dans les mam-

mifères, logé dans un des côtés de la cavité abdominale, d'une couleur rouge foncée, que les anciens regardaient comme un organe tout sanguin consacré à l'hématose, reçoit une grande quantité d'un sang particulier différent de celui qui existe dans les autres régions du corps, et qui lui est transmis par un système vasculaire également distinct de tous les autres appareils de vaisseaux. C'est de la surface des intestins, de l'épiploon, du mésentère et du mésocolon, de la rate et de l'estomac, que le sang destiné au foie tire son origine : les veines, de retour de toutes ces régions, se réunissent en un gros vaisseau artériforme ou faisant fonction d'artère, et qu'on nomme *veine-porte*. Les plus grands anatomistes et physiologistes, Malpighi, Glisson, Bianchi, Fanton, Sénac, qui se sont long-temps occupés de recherches sur la structure du foie et de tout le système hépatique, ont admis un caractère particulier dans le sang destiné à la secrétion de la bile. Après toutes les opinions ridicules répandues depuis l'antiquité jusqu'à nous sur les usages de la rate, on est généralement convenu que ce viscère était consacré à donner au sang qui en pénètre abondamment le tissu, une qualité spécialement relative à la formation de la bile. Il résulte de tous les faits recueillis jusqu'ici sur cet objet, que le sang de la veine-porte, plus noir, plus ralenti dans son mouvement, paraît être imprégné de suc graisseux, de vapeur des excrémens, d'une qualité même amère, et disposé non seulement à la séparation d'une matière huileuse, mais encore à celle d'une liqueur plus voisine que toute autre de l'alcalescence ; et quoique Haller ait fait observer avec raison qu'il n'y avait encore eu aucune expérience positive pour trouver ce caractère particulier du sang de la veine-porte, il n'a pu cependant disconvenir que l'autopsie anatomique et la réunion de toutes les circonstances physiologiques rendaient cette considération sur la nature particulière du sang hépatique presque aussi probable que le pourrait faire l'expérience.

3. Les extrémités vasculaires de la veine-porte paraissent se terminer, partie dans les ramifications de la veine-cave, et partie en pores biliaires, dont la réunion donne naissance au canal hépatique. De ce canal, la bile s'écoule chez l'homme et chez beaucoup d'animaux, ou immédiatement dans l'intestin duodenum, ou, avant d'y arriver, dans un réservoir particulier plus ou moins gros, pyriforme, qu'on connaît sous le nom de *vésicule du fiel*; et c'est de-là qu'elle passe par le canal cholédoque dans l'intestin duodenum, où elle se mêle avec les alimens. Il y a plusieurs animaux, et entre autres le cheval, l'éléphant, le cerf, etc., qui n'ont pas de vésicule du fiel, et chez lesquels la bile va immédiatement du foie à l'intestin par le canal hépatique. La plupart des physiologistes croient cependant, et Haller est de ce nombre, que la plus grande partie de la bile hépatique coule dans le duodenum sans passer par la vésicule, et qu'il y en a constamment une portion de cystique et une portion d'hépatique qui arrivent aussi successivement dans le duodenum. Celle du foie coule sans cesse et lentement; celle de la vésicule ne passe qu'à des intervalles donnés et dans des circonstances particulières.

4. On a donc distingué deux espèces de bile dans les animaux qui ont une vésicule; car il est bien évident qu'il n'y en a qu'une seule espèce dans ceux qui n'ont pas ce réservoir, la bile hépatique et la bile cystique : la première, douce ou peu amère, peu liquide et peu colorée; la seconde, plus ou moins foncée en brun ou en vert, épaisse et filante, d'une saveur très-amère. Les propriétés et sur-tout l'insipidité de la bile hépatique sont bien prouvées par la saveur douce, jamais amère, et la qualité onctueuse du foie que l'on mange avec plaisir, et qui contient de la bile dans les pores qui le traversent de toutes parts. L'amertume de la bile cystique est bien connue de tout le monde par la saveur âcre et forte que contractent toutes les parties touchées par la vésicule ou par

l'humeur qui en découle quelquefois. Il paraît donc que les changemens arrivés à la bile hépatique dans la vésicule en font en quelque sorte un fluide nouveau. On n'a encore examiné que la bile cystique ; on ne s'est point encore procuré de bile hépatique, et on n'en a pas fait un examen comparé.

§. II.

Des propriétés physiques de la bile.

5. La bile cystique de bœuf, que l'on prend pour exemple dans l'analyse chimique, parce qu'on se la procure facilement et abondamment, a des caractères physiques qui la distinguent de tous les autres liquides animaux. C'est une humeur toujours plus ou moins visqueuse et filante, dont l'état épais précède constamment les autres propriétés, sur-tout la couleur et la saveur. Sa viscosité suit cependant les âges. Dans l'enfance elle est beaucoup plus liquide que dans l'âge adulte ; dans la vieillesse elle a une lenteur beaucoup plus considérable. On voit aussi son état de liquidité ou d'épaississement varier, notamment dans les maladies, depuis la consistance d'une huile épaisse, d'une matière poisseuse et glutineuse, jusqu'à l'état concret plus ou moins solide.

Sa densité est, en général, plus grande que celle de l'eau, quoiqu'elle soit aussi susceptible de plusieurs variations. Wischer a trouvé sa pesanteur, comparée à celle de l'eau, : : 102 : 100, ou comme 810 : 795. Lamure indique entre ces deux liquides le rapport de 38 à 37. On l'a aussi annoncée comme plus légère que le lait et le sang. Suivant Silberling, qui a fait une dissertation particulière sur la pesanteur spécifique des humeurs animales, la pesanteur de la bile est, à celle du lait, : : 2004 : 2086 ; et à celle du sang, : : 395 : 406. Hamberger donne ce dernier rapport, : : 2006 : 2072 ; Jurin, : : 100 : 102. Muschenbroëck indique le rapport de la pesanteur de la bile à celle de l'eau, : : 1.0246 : 1.0000. Bianchi,

Hartman, Payen disent cependant que la bile est plus lourde que le sang. Ces différences annoncent une variation remarquable, et qui dépend d'une foule de circonstances relatives à l'état de santé et de maladie des individus.

6. La bile a une couleur très-souvent verte ou toujours mêlée de cette nuance : elle est constamment verte dans les oiseaux, les quadrupèdes, les ovipares et les poissons. On l'a vue bleue dans le serpent à sonnettes. Elle est d'un jaune verdâtre dans le plus grand nombre des mammifères et dans l'homme. Le jaune est tellement essentiel à sa nature, qu'elle teint de cette nuance et les vaisseaux où elle est contenue, et le voisinage de la vésicule à travers les pores de laquelle elle transpire, et le dessous de l'épiderme, quand elle est portée et s'arrête dans les vaisseaux qui rampent sous cette enveloppe ; elle prend une teinte d'autant plus foncée qu'elle séjourne plus long-temps dans ses couloirs. Sa couleur jaune accompagne toujours son état épais et sa fluidité ; sa finesse est constamment marquée par la couleur verte. Cependant cette dernière couleur naît ordinairement dans le fœtus avant la saveur amère. Rien au reste ne paraît être plus variable que la couleur de la bile. On a vu la garance, prise à l'intérieur, donner une nuance de rouge à la bile en même temps qu'elle donnait la même couleur aux os. Ce liquide est d'une amertume si forte, que six gouttes de bile communiquent une amertume insupportable à 33 grammes d'eau pure. Cette saveur est généralement répandue dans toutes les biles ; elle y est même unie à une âpreté, à une propriété âcre qui va jusqu'à la nature vireuse dans quelques amphibies. Quand elle est aqueuse, elle est insipide ; quand elle est âcre, elle est en même temps épaisse, parce que ces états se correspondent constamment dans les diverses circonstances.

7. La bile récente répand une odeur fade très-particulière, que Ramsay définissait comme un aromate, mais qui est quelquefois fétide. Je parlerai bientôt des causes et des cir-

constances qui font naître dans la bile une odeur de musc quelquefois très-marquée. Elle mousse beaucoup par l'agitation. Il n'est pas très-aisé de déterminer la quantité qui s'en forme dans l'homme pendant un temps donné. Quelques physiologistes se sont occupés de cet objet; et en prenant le terme moyen de leur calcul, on peut approcher d'assez près de la vérité. Cujét. Tacconus a recueilli 130 grammes (environ 4 onces) de bile en une seule fois, par une plaie pénétrante dans la vésicule du fiel. Bianchi a estimé qu'il s'écouloit 65 grammes (environ 2 onces), en 24 heures, de la vésicule. Cette quantité paraît beaucoup trop faible à Haller, qui estime avec Valcarenghi qu'il en sort à très-peu près 780 grammes (24 onces) en 24 heures, et qui pense que de ces 780 grammes 130 se réunissent dans la vésicule, où ils séjournent quelque temps, et 650 grammes coulent peu à peu dans l'intestin. Quelques anatomistes croient néanmoins que la bile passe toute entière du foie dans la vésicule, et qu'elle ne s'écoule pas dans le duodenum, qui est fermé et replié sur lui-même hors le temps de la digestion. Il faut remarquer encore ici que, dans la position verticale de l'homme, la bile ne coule de la vésicule dans l'intestin que quand l'estomac plein se soulève de manière à placer son fond plus haut que l'extrémité du canal cholédoque, et que la situation horizontale et sur le côté gauche est la circonstance la plus favorable à cet écoulement.

8. La bile a été examinée avec plus de soin et a été plutôt assez bien connue que la plupart des autres liquides animaux, soit parce qu'on a senti de bonne heure l'importance de cet examen, soit parce que son analyse, plus facile et plus simple en général, a donné aux premiers savans qui s'en sont occupés des résultats assez satisfaisans. Boerhaave et Bianchi en ont fait le sujet de plusieurs expériences, sans en montrer cependant la nature avec une suffisante exactitude. On est même étonné que l'œil si juste du célèbre professeur de Leyde

ait été trompé en présentant la bile comme le suc animal le plus putrescible ; erreur qui a duré plus de soixante ans en médecine, et qui a fait la base d'un grand nombre de théories hypothétiques sur les maladies et leur traitement.

Verrheyen a beaucoup mieux analysé la bile que les précédens, et il n'a été surpassé que par les chimistes modernes.

Fr. Hoffman, Drelincourt, Hartman, Barchusen, Wischer, et beaucoup d'autres médecins ont donné des faits utiles sur les propriétés de cette liqueur. Schroeder a examiné un assez grand nombre de mélanges de la bile avec des liqueurs diverses et sur-tout animales. Mahrerr a spécialement porté son attention sur le mucilage animal de la bile, et a cru que tous ses effets lui étaient spécialement dus.

Gaubius, dans ses leçons de chimie, traitait avec beaucoup de détails l'analyse de la bile, et un grand nombre d'élèves ont profité de son travail, dont Haller, en le citant souvent, lui a reporté avec justice tout l'honneur.

Cadet, de l'Académie des sciences de Paris, a donné, en 1767, un bon Mémoire sur la bile ; et il a commencé à répandre des idées plus exactes que celles qu'on avait émises jusqu'à lui sur la composition savonneuse de cette liqueur, et sur la soude qui y est contenue.

Poulletier de la Salle a publié, dans le Traité de la putréfaction, dû à madame Darconville, des expériences intéressantes sur la bile de l'homme.

Van-Bochaute, professeur à Louvain, a écrit, en 1778, une Dissertation latine contenant des observations importantes sur la nature de cette liqueur, sur la matière huileuse et sur les moyens de séparer tous les matériaux qui la constituent.

Enfin j'ai ajouté plusieurs faits nouveaux sur l'analyse de la bile, sur sa substance huileuse, sur ses altérations, sur sa précipitation par divers réactifs, sur la nature du parenchyme du foie, sur la secrétion qu'il opère, ainsi que sur le caractère du sang qui y est versé. Les résultats de tous ces travaux,

disposés dans l'ordre que je suis pour l'exposé de toutes les matières animales, feront l'objet de cet article.

§. III.

Des propriétés chimiques de la bile.

9. Quand on expose la bile à une chaleur douce, elle s'épaissit en perdant la plus grande partie de son poids, et en se réduisant au huitième. L'eau qui s'en exhale répand dans les laboratoires une odeur fade, désagréable, qu'on ne peut pas décrire, et qui est cependant très-reconnaissable. On obtient ainsi une masse solide, d'un brun foncé, d'une saveur amère et tout à la fois douceâtre, qui se ramollit à la chaleur des mains, qui est ductile et poisseuse, qui attire l'humidité de l'air, se dissout dans l'eau, en laissant cependant un peu de résidu, faisant une légère effervescence avec les acides, et qui prend, quand il est gardé, une odeur musquée ou ambrée très-sensible : c'est ce qu'on nomme le *sapa* ou l'*extrait de la bile*. Quand on a fait cette opération dans des vaisseaux fermés et par la simple chaleur du bain-marie, on obtient près de $\frac{7}{9}$ du poids de la bile d'une eau très-claire, d'une odeur fade, qui ne présente rien aux réactifs, à moins qu'on ne pousse trop la distillation, ou que la bile soit altérée et corrompue. Dans ce dernier cas, le produit aqueux a souvent une odeur de musc assez forte, et il se trouble en refroidissant. Le résidu de cette distillation au bain-marie est de l'extrait de bile, comme dans l'évaporation à feu ouvert.

10. La bile épaissie, ou l'extrait de bile chauffé dans une cornue, se décompose avec des phénomènes particuliers. Quand on donne le feu avec précaution et d'une manière successive, on obtient d'abord une eau un peu trouble, d'une odeur déja fétide, précipitant les sels métalliques, et contenant presque toujours de l'hidrogène sulfuré. La bile se boursoufle ensuite considérablement, et augmente de volume, de

sorte à remplir presque toute la cornue : alors le liquide qui passe est brun et très-fétide, il contient du carbonate et du zoonate d'ammoniaque. Il lui succède bientôt une huile, d'abord ténue et légère, ensuite brune, épaisse et empyreumatique, et d'une odeur insupportable par sa fétidité ; en même temps il s'attache du carbonate d'ammoniaque solide et cristallisé sur les parois du récipient, et il passe avec rapidité et abondance un fluide élastique mélangé de gaz acide carbonique, de gaz hidrogène carboné et sulfuré, tenant souvent un peu d'huile en vapeur. Parmi ces produits, on observe que le carbonate d'ammoniaque ne fait pas le huitième de celui qu'on retire du sang et des os des animaux ; et cette observation, qui n'a échappé ni à Verheyen ni à Van-Bochaute, a fait conclure à ce dernier que la bile était moins animalisée que beaucoup d'autres substances animales. Il reste un charbon très-noir, spongieux et boursouflé, qui brûle facilement, d'où Verheyen a retiré de l'alcali fixe, dont il ignorait alors la nature, quoiqu'il l'ait obtenu sans réduire ce charbon en cendres. Ce charbon offre, après quelques jours d'exposition à l'air, une efflorescence de carbonate de soude. Quand il est bien incinéré, il conserve une couleur grise foncée ; on en sépare, à l'aide de l'eau froide, presque la moitié de son poids de carbonate de soude, un peu de muriate de soude, du phosphate de la même base, du phosphate de chaux et quelques vestiges de fer. Il faut observer que si l'on n'a point assez chauffé la cornue dans cette opération, et si l'on n'a pas bien charbonné la bile, au lieu de véritable charbon on a dans la cornue une masse noire, semblable à un bitume, luisante et cassante, liquéfiable par une forte chaleur, et qui se conserve très-sèche avec le contact de l'air.

11. La bile a toujours passé parmi les médecins, et depuis Boerhaave sur-tout, pour un des liquides animaux les plus putrescibles que l'on connaisse ; et l'on en a jugé ainsi, parce qu'en effet en la gardant à l'air dont la température excède

15 degrés, elle répand assez promptement une odeur désagréable qui annonce bientôt une putréfaction rapide. Cependant Van-Bochaute a donné dans sa Dissertation une expérience contradictoire ; et il s'est assez fortement élevé contre l'opinion de Boerhaave sur cette propriété putrescible de la bile. De la bile humaine, dit-il, très-épaisse et d'un vert foncé, mêlée avec un peu d'eau distillée, et placée dans une bouteille à moitié pleine et bien fermée, s'est conservée six mois entiers sans donner de marque de putridité, même commençante ; et, au contraire, elle répandait une odeur manifestement vineuse : ce qui lui a fait penser qu'elle contenait une matière sucrée en assez grande quantité, même pour en entraîner la masse dans une fermentation vineuse. Sans nier la vérité de cette expérience, il est trop connu des anatomistes, des médecins, et des simples dégraisseurs qui emploient abondamment la bile ou le fiel de bœuf sous le nom d'*amer* pour enlever les taches de dessus les étoffes, que cette liqueur se pourrit promptement dans l'air chaud, pour qu'il soit possible de douter de cette propriété. On peut croire seulement que si le mouvement putréfactif se montre facilement dans cette liqueur, il ne s'avance que très-lentement et très-difficilement vers sa décomposition totale, en raison même de la propriété amère de ce liquide animal, et de la nature savonneuse d'une partie de sa substance, dont je vais parler. En faisant bouillir quelques instans de la bile déja un peu fétide, elle prend une belle couleur verte, et se conserve ensuite long-temps sans altération.

12. La bile épaisse et filante, versée dans l'eau, commence par la traverser, et se rassemble au fond de ce liquide comme plus pesante, et en raison de sa ténacité. Au bout de quelques heures, le mélange des deux liqueurs s'opère peu à peu. Par l'agitation, ce mélange a lieu sur-le-champ ; la bile perd sa viscosité, sa propriété filante ; elle partage la liquidité de l'eau ; elle lui donne une couleur jaune, tirant sur le brun,

ou simplement jaune dorée, lorsque l'eau est très-abondante. Lorsque la bile est verte, cette nuance ne reste pas dans l'eau ou se perd très-promptement par l'agitation dans l'air, et passe à la couleur jaune. Lorsqu'on chauffe la bile délayée dans son poids d'eau, on n'observe aucune coagulation de la matière albumineuse qu'elle contient, parce qu'elle est tenue en dissolution parfaite par le savon alcalin, dont je parlerai bientôt. Van-Bochaute, qui a bien reconnu ce phénomène, a vu et annoncé que le blanc-d'œuf battu, ajouté à la bile, ne se coagulait pas dans cette liqueur même bouillante, et que sa qualité savonneuse, en le dissolvant et le retenant uni à l'eau, en empêchait la concrétion par le feu. La bile étendue d'une petite quantité d'eau verdit le sirop de violettes, le papier teint de mauve, et rend violet celui qui a été coloré par le curcuma. Il est difficile de concevoir comment Boerhaave, Haller, Marherr, et plusieurs autres physiologistes, ont méconnu et nié la nature alcaline de la bile, qui se montre, comme on va le voir, par un grand nombre de faits péremptoires.

13. Tous les acides versés sur la bile la décomposent et y opèrent une précipitation abondante. Si l'on ne met dans la bile que quelques gouttes d'un acide, le précipité forme d'abord un nuage opaque qui prend la figure d'une mousse, dans laquelle on aperçoit beaucoup de petites bulles de gaz. Dans toutes ces décompositions, le précipité prend une couleur verte, sur-tout par l'acide muriatique. Une partie de ce précipité reste en suspension et même en dissolution dans la liqueur lorsqu'on l'agite beaucoup, ou lorsqu'on laisse quelque temps ces matières en contact. La liqueur filtrée laisse sur le filtre une matière animale albumineuse coagulée : évaporée, cette liqueur dépose des flocons d'un vert foncé, semblables à de la poix, qui se ramollissent, et paraissent tenaces et gluans sous les doigts, qui en se boursouflant sur les charbons allumés, s'y enflamment promptement, et brûlent

à la manière d'une résine. Après la séparation de cette matière résiniforme, la liqueur donne par l'évaporation un sel à base de soude différent suivant l'espèce d'acide employé. C'est ainsi que les chimistes, depuis quarante ans, ont prouvé la présence de la soude dans la bile, et son union avec une huile dans l'état savonneux.

14. Les chimistes qui ont examiné en détail l'action des acides sur la bile, ont remarqué qu'on obtenait au moins trois matières cristallines différentes des liqueurs filtrées : celui que doit former l'acide employé avec la soude, et ils ont tous reconnu le sulfate, le nitrate, le muriate ou l'acétite de soude de manière à ne pas laisser le moindre doute : un second sel, constamment obtenu dans leurs expériences, a été décrit comme de petites aiguilles, et pris pour un sel calcaire formé encore par l'acide employé et la chaux, dont ils ont ainsi admis la présence dans la bile ; enfin, une troisième matière cristalline en trapezoïdes, d'une saveur faible et douceâtre, que Cadet a prise pour un corps analogue au sucre de lait, que Van-Bochaute a recherchée ensuite par beaucoup de procédés différens, et dont la présence n'est pas encore exactement prouvée, quoique ses indices aient été assez positivement puisés dans la saveur douceâtre de l'extrait de bile, dans la propriété de passer à une espèce de fermentation vineuse qu'a décrite Van-Bochaute, et dans plusieurs autres faits qui seront indiqués successivement.

15. On voit au moins, d'après ces détails, que les acides agissent de trois manières à la fois sur la bile : ils en coagulent l'albumine qui se précipite en grumeaux ; ils en séparent la matière huileuse en s'emparant de la soude qui la tenait en dissolution savonneuse ; ils en décomposent les sels phosphoriques, sur-tout le calcaire et celui à base de soude, lorsque les acides employés sont plus puissans que le phosphorique : car j'ai déja fait voir que ces phosphates étaient contenus dans la bile. Il n'est donc pas difficile de concevoir

pourquoi les chimistes ont tant multiplié les expériences sur le traitement de la bile par les acides, et comment ils ont tiré parti de ce traitement pour en déterminer les propriétés ainsi que la composition.

Il y a quelques faits particuliers à connaître sur les espèces d'acides par rapport à leur manière d'agir sur la bile. L'acide sulfurique concentré la coagule en flocons denses, et la colore profondément; celui qui est faible, la verdit fortement. Le nitrique, après l'avoir précipitée en vert à froid, prend avec elle une couleur jaune doré quand on le chauffe assez longtemps; il en convertit une partie en acide oxalique et en acide prussique; il en altère la matière huileuse. L'acide muriatique, en la précipitant d'abord avec une couleur verte, prend ensuite une nuance d'un rouge violet, sur-tout par l'action de la chaleur. L'acide muriatique oxigéné la blanchit, la trouble comme du lait; il change la nature du principe albumineux du corps huileux et de la matière colorante de la bile; il en précipite des paillettes semblables à celles qui constituent souvent les calculs biliaires: son action mérite encore un nouvel examen et une étude approfondie de la part des chimistes.

16. Le précipité formé dans la bile par les acides est composé de deux matières principales: l'une, qui est manifestement une substance animale; l'autre, est une sorte de corps huileux sur la nature duquel les chimistes n'ont point encore été d'accord entre eux. On sépare ces deux matières par le moyen de l'alcool, qui dissout cette dernière sans toucher à l'autre. Cet alcool se colore en jaune brun à mesure qu'il dissout la substance huileuse. Si on le laisse évaporer spontanément à l'air, il s'en sépare à la surface quelques gouttes d'une liqueur huileuse qui a l'odeur et l'âcreté amère de la myrrhe, à laquelle plusieurs chimistes l'ont comparée; et il s'en dépose une matière tenace, filante, brune foncée, qui s'enflamme sur les charbons, qui est encore bien dissoluble dans l'alcool, et qui ne l'est pas dans l'eau. La dissolution

alcoolique de cette substance est précipitée abondamment par l'eau, et le dépôt recueilli se ramollit à un feu doux. Toutes ces propriétés l'ont fait regarder par Van-Bochaute comme une résine, qu'il a comparée à celle du jalap, et qu'il a cru être d'une nature presque végétale. Mais les résines proprement dites ne sont pas dissolubles dans l'alcali fixe, et ne forment pas de véritable savon : c'est donc une matière, non pas véritablement résineuse, mais huileuse, d'un genre particulier, qui semble se rapprocher, comme je le montrerai bientôt plus en détail, de ce que je nomme *adipocire*.

17. Quand le précipité de la bile par les acides a été traité et décoloré par l'alcool, jusqu'à ce que celui-ci ne lui enlève plus rien, il reste une matière blanche ou grise, non fusible au feu, insipide ou très-peu amère encore, indissoluble dans l'eau froide ou chaude, dissoluble dans les lessives d'alcalis fixes caustiques, qui brûle sur les charbons avec une odeur de corne, et qui donne à l'analyse par la cornue et par les divers réactifs absolument les mêmes produits que cette dernière substance, sur-tout une quantité abondante de carbonate d'ammoniaque. Son charbon contient une quantité notable de phosphate de chaux; c'est donc une matière animale bien prononcée. Quelques chimistes modernes l'ont crue composée de deux substances, de mucilage gélatineux ou de gélatine et de matière albumineuse. Mais cette opinion n'est point appuyée sur l'expérience; car on n'a pas prouvé que l'eau formât de la gelée avec cette portion du précipité de la bile; et elle devrait manifestement en former, si elle contenait le corps gélatineux. Tous, au contraire, Verheyen, Cadet, Van-Bochaute, Marherr, l'ont comparée à la corne, et dans sa combustion et dans sa distillation : ce qui annonce son analogie avec la substance albumineuse.

18. Les alcalis n'ont pas une action aussi forte sur la bile que les acides. On a dit qu'ils lui ôtaient son amertume. Ils ne la coagulent pas; ils la rendent sensiblement plus fluide;

ils n'altèrent que très-peu la matière colorante. Les dissolutions de barite, de strontiane et de chaux y forment un précipité léger d'abord, et qui est du phosphate terreux indissoluble; bientôt une plus grande portion de ces dissolutions en sépare la matière huileuse, avec laquelle les terres forment un savon indissoluble. Les alcalis fixes bien concentrés dégagent une odeur ammoniacale très-sensible, et y démontrent ainsi la présence d'un sel ammoniacal qui est vraisemblablement un phosphate. Les sels n'ont que très-peu d'effet sur la bile, si l'on en excepte les sels terreux dissolubles qui la précipitent tous, et qui y forment des savons terreux en décomposant le savon de soude qu'elle contient. Il en est de même des sels métalliques : la plupart décomposent la bile, et sont décomposés par elle; ils y forment des précipités composés d'albumine coagulée, de savon métallique, de phosphates et de muriates métalliques. Ainsi l'on voit que ces sels, administrés en médecine, sur-tout à la petite dose où on les donne, subissent dans le premier intestin, et quelquefois même dans l'estomac, une décomposition qui rend leur action ou faible ou autre que la théorie médicale ne l'a présentée jusqu'ici.

19. Parmi les matières végétales, elle s'unit à toutes celles que l'eau peut dissoudre : on la citait comme agissant particulièrement sur les corps huileux; et jusqu'ici tous les chimistes lui ont tellement attribué la propriété de dissoudre les huiles fixes sur-tout, que c'est même en raison de cette propriété qu'on l'avait considérée comme un savon : c'est à elle qu'ils avaient rapporté son action dans la digestion, ainsi que celle qu'elle exerce dans l'art du dégraisseur. Van-Bochaute avait même avancé, à l'égard de ce dernier usage, que la bile était le savon le plus dissoluble, et qui enlevait les taches d'huile et de graisse de dessus les étoffes avec plus d'énergie que tous les savons connus. Cependant le professeur Jos. Jac. Pleuck, dans son Hygrologie du corps humain, publiée à Louvain

en 1797, et dans laquelle il a employé le plus grand nombre des faits nouveaux dus aux chimistes français sur les matières animales, sans en citer une seule fois les auteurs, dit positivement que la bile ne contracte aucune union, ni avec les huiles fixes, ni avec les volatiles, ne les dissout pas, ne les rend pas miscibles à l'eau; que, comme composée de résine et d'alcali, celui-ci en trop petite quantité, elle n'est pas un savon, ni dissoluble dans l'eau comme un savon. Il ajoute, pour expliquer son action sur les linges et les draps imprégnés d'huile, qu'elle a plus d'affinité avec le tissu de ces étoffes que n'en a l'huile, et qu'elle ne fait qu'en prendre la place, en raison de la forme de ses molécules. Il est vrai que cet auteur ne cite aucune expérience particulière, qu'il n'indique pas non plus la source où il a puisé ce nouveau résultat sur la nature de la bile, sans doute en raison de la briéveté et de la forme aphoristique qu'il a voulu donner à son ouvrage. J'ai examiné, d'après cette assertion, l'action de la bile sur les huiles; et je l'ai vue dissoudre, d'une manière marquée, ces liquides, avec lesquels elle forme des espèces d'émulsions, et qu'elle rend constamment et facilement miscibles à l'eau. Ainsi l'assertion de M. Plenck, à cet égard, est une erreur.

2o. L'alcool versé sur la bile y opère une coagulation prompte, et en sépare des flocons de matière albumineuse peu colorée : il tient ensuite en dissolution le savon biliaire et sa matière colorante. Appliqué à l'extrait de bile ou à la bile épaissie par le feu, l'alcool en dissout la portion savonneuse, la substance colorée, et ne touche point à la partie albumineuse animale. L'éther n'en sépare que très-peu de matière. Ces deux dissolvans ayant été employés avec beaucoup de soin par Van-Bochaute, et lui ayant fourni quelques résultats remarquables, je citerai ici les principales expériences, parce qu'elles pourront sur-tout servir aux chimistes qui entreprendront de nouvelles recherches sur cette liqueur animale; re-

cherches demandées par l'Institut national de France, dans la belle question qu'il a proposée sur la nature de la bile et la fonction du foie.

Van-Bochaute ayant évaporé à siccité de la bile unie d'abord à quantité égale d'eau, et qui ne s'était pas coagulée par l'ébullition, a traité cet extrait par l'alcool chaud, jusqu'à ce que celui-ci ait cessé de se colorer et n'ait laissé que la substance animale. Il a eu une teinture d'un jaune brun, qui a fourni par l'évaporation une matière abondante transparente comme de la gomme, d'une saveur douce et mielleuse, mêlée sur la fin d'amertume, dissoluble dans l'eau, qui s'est conservée plus de dix-huit mois sans altération, qu'il a proposée comme un remède beaucoup meilleur que l'extrait de bile simple. Il a regardé cet extrait alcoolique comme le savon biliaire mêlé de matière sucrée, et bien séparé de substance animale qu'il nomme *glutineuse*, quoiqu'elle soit bien manifestement notre matière albumineuse, ainsi que les faits cités jusqu'ici le prouvent évidemment.

21. Van-Bochaute a fait plusieurs expériences assez remarquables sur la distillation de cet extrait alcoolique de bile. Il en a obtenu les mêmes produits que d'une gomme résine; son charbon tenait une quantité notable de soude. Sa dissolution dans l'eau, très-transparente, et non laiteuse, a été décomposée par les acides, et a donné un précipité qu'il nomme *résineux*, *gras*, *poisseux*, adhérent aux doigts comme de la térébenthine, dissoluble en entier dans l'alcool qu'il teignait en jaune brun, et s'en séparant par l'eau comme la résine de jalap. Cette dissolution alcoolique de ce qu'il nomme la *résine de bile*, résine précipitée, comme on voit, de la dissolution aqueuse de l'extrait alcoolique de cette humeur abandonnée à l'air dans un vase couvert de papier, lui a offert en quelques jours, et après la réduction de la liqueur à un tiers de son volume primitif, une huile qui la surnageait, transparente et jaune d'or, d'une odeur et d'une saveur amères analogues à celles

de la myrrhe. Il y avait au fond de la liqueur une résine précipitée, épaisse et tenace, moins amère et moins odorante que l'huile : il conclut de ces essais que la matière huileuse unie à la soude dans la bile est une véritable résine analogue à la résine végétale, liée avec un principe huileux, aromatique et amer, analogue à celui de la myrrhe, et que ces deux corps intimement unis sont, comme une résine végétale aromatique, le produit d'une huile volatile épaissie. On verra bientôt que cette conclusion n'est pas exacte dans la comparaison qu'elle établit ; mais que le mode et les phénomènes de cette expérience n'en sont pas moins remarquables et dignes de fixer toute l'attention des chimistes.

22. L'action de l'éther sur l'extrait de bile n'a pas présenté des phénomènes moins intéressans à l'auteur ; et quoiqu'il ne l'ait pas poussée aussi loin qu'elle l'exige et qu'il l'avait promis, elle n'est pas moins digne d'être consignée dans l'histoire chimique de cette humeur animale. Van-Bochaute, non satisfait des premières expériences de Cadet sur l'extraction du sucre de lait de la bile par l'évaporation des mélanges de cette liqueur avec des acides (expériences qui, fondées seulement sur la forme trapézoïdale et la saveur douce ou fade des cristaux obtenus, laissaient beaucoup de doute dans son esprit), a tenté sur-tout l'action de l'éther, dans la vue de séparer cette matière particulière de la bile, annoncée déja avec assez de certitude pour lui, et par la saveur douce ou même mielleuse de l'extrait alcoolique de cette liqueur, et par les signes de fermentation vineuse qu'il y avait observés. Il a mis pour cela de l'extrait sec de bile dans de l'éther très-pur et très-rectifié : il a laissé ce mélange dans un vase bien bouché qu'il agitait souvent pendant quatorze jours. A peine la liqueur était-elle colorée à cette époque ; une portion décantée, livrée à l'évaporation spontanée dans un vase de porcelaine, lui offrit le lendemain un liquide aqueux, d'une odeur éthérée, sur lequel nageaient des gouttelettes d'huile :

recueillie sur un papier, cette huile avait une saveur amère comme la myrrhe, et la consistance résineuse ; la liqueur de dessous était douce et légèrement sucrée. L'auteur, qui avait beaucoup de confiance dans cette expérience, la regardait comme une preuve et un produit de la décomposition du savon biliaire ; il pensait que l'éther favorisait et opérait la séparation de sa partie résino-huileuse ; et qu'en parvenant par une série d'essais pareils à opérer cette séparation complète, il réussirait à obtenir la matière sucrée, isolée ou mêlée seulement à la soude, dont il lui serait facile de faire le départ. S'il n'avait pas encore eu par là le sucre de la bile bien pur et bien séparé, il espérait y réussir en recommençant et poursuivant cette expérience répétée sur l'extrait alcoolique ; car celle dont je viens de rendre compte avait été faite sur l'extrait simple ou la bile entière épaissie au feu. Van-Bochaute s'était proposé de donner les résultats de cette expérience aussitôt que ses occupations lui auraient permis de la suivre avec l'attention et le temps convenables ; mais il n'a rien donné depuis, et la mort l'a enlevé à la chimie et à la médecine, sans qu'il ait pu mettre la dernière main à cette expérience intéressante.

23. On n'a point examiné l'action de la bile sur les diverses liqueurs ou substances animales, quoique cet examen puisse et doive répandre le plus grand jour sur les phénomènes de l'économie animale. On n'a parlé que de son mélange, de son union facile et de son analogie avec la graisse ; mais c'est plutôt par les énoncés vagues de l'histoire des maladies, et sans expériences directes, qu'on a traité cet objet, comme on peut le voir dans un Mémoire de Lorry, inséré parmi ceux de la Société de médecine. Les uns ont prétendu que la bile coagulait le lait, et d'autres ont nié cette propriété. Schroeder, professeur de Gottingue se servait de cette coagulation du lait par la bile pour nier la qualité savonneuse et alcaline de cette dernière ; et Marherr l'a renouvelée depuis pour soutenir la même opinion et pour prouver que l'action de la

bile dépendait plus de sa nature muqueuse que d'une propriété de savon. Il y a lieu de croire que c'est d'après ces deux médecins que Plenck a nié le savon biliaire, comme je l'ai dit ci-dessus, n°. 19. Quelques indices recueillis des expériences de van Bochaute semblent annoncer que la bile retarde ou empêche, ou au moins diminue la coagulabilité de la substance albumineuse. On ignore absolument les effets de la bile sur le sang, la salive, le suc gastrique, le suc pancréatique, etc. Ces aperçus montrent combien seront intéressantes les recherches sur l'action réciproque de la bile et des diverses matières animales, et combien doivent insister sur ce genre d'expériences ceux qui se proposent de traiter aujourd'hui la grande question de l'analyse et des usages du système hépatique, proposée au monde savant par l'Institut national de France.

24. Tous les faits connus sur les propriétés chimiques et l'analyse de la bile, que j'ai recueillis dans cet article, apprennent que ce liquide est très-composé, et que sur-tout il diffère beaucoup de la plupart des autres substances animales examinées jusqu'ici. On y a, ou prouvé par les expériences énoncées, ou indiqué d'après des essais plus ou moins avancés :

A. Une grande quantité d'eau ;

B. De la soude ;

C. Une matière huileuse unie à cette dernière dans l'état savonneux ;

D. Une matière colorante combinée avec l'espèce de savon précédent ;

E. Une substance huileuse amère et odorante ;

F. Une substance animale coagulable ;

G. Une espèce de corps sucré analogue au sucre de lait ;

H. Des sels de plusieurs espèces ;

I. Enfin de l'oxide de fer.

Il faut reprendre chacun de ces principes en particulier,

et rechercher comment on les a ou trouvés ou annoncés dans la bile, reconnaître leur état, leur nature particulière ou spécifique, le mode de leur union et leur influence sur les propriétés du liquide biliaire pour arriver à la détermination de ses usages dans l'économie animale.

§. IV.

Des divers matériaux de la bile considérés en particulier.

25. A. L'eau est certainement la matière la plus abondante de la bile; c'est le véhicule et le dissolvant commun de tous les principes qui la constituent; c'est à elle qu'ils doivent leur liquidité. Sa proportion varie beaucoup suivant les divers états de consistance qu'affecte cette humeur. On la sépare à l'aide de l'action du feu, et sur-tout de la distillation. Au bain-marie, elle entraîne avec elle quelques légers matériaux de cette substance qui lui donnent une odeur fade très-reconnaissable, et quelquefois une odeur de musc : celle-ci n'a généralement lieu que lorsque la bile distillée a déja été corrompue auparavant. La première passe souvent à l'état aromatique de la seconde par le laps de temps et par une espèce de fermentation. Aucun chimiste ne doute ni de la présence ni de l'abondance de l'eau dans la bile. Il est remarquable qu'il est absolument impossible de l'en extraire pure, et que, dans sa séparation par le feu, on ne l'obtient qu'unie à un principe biliaire qui lui donne de l'odeur, et qui est altérable. Ce principe suffit souvent pour précipiter l'acétite de plomb en blanc. Il serait très-important de savoir si cette eau est toute formée dans le sang, et ne fait que s'en séparer dans le foie, ou si ce n'est pas dans ce viscère même qu'elle se forme aux dépens du sang; ce qui expliquerait

l'origine de la matière huileuse si abondante dans la bile, d'après l'état beaucoup plus hidrogéné du sang.

26. B. La présence de la soude est aussi évidemment prouvée dans la bile que celle de l'eau. Cet alcali y est manifestement à l'état caustique ; et c'est pour cela qu'on niait, il y a cinquante et même trente ans encore, la nature alcaline de cette humeur, parce qu'elle ne faisait pas effervescence avec les acides : signe qu'on n'admettait alors de la présence des alcalis, que parce qu'on ne connaissait ni l'acide carbonique ni les carbonates. Quoique la soude soit à l'état savonneux dans la bile, les acides qui la séparent de son huile montrent que cet alcali y est en quantité bien moins considérable qu'il semblerait devoir y exister pour constituer un véritable savon parfait. C'est cette soude qui, restant dans le charbon de la bile après la distillation de cette liqueur, lui donne la propriété de verdir sur-le-champ le sirop de violettes, et de s'effleurir au dehors de ce charbon par une longue exposition à l'air. On reconnaît aisément la source de la soude dans la bile par la nature alcaline du serum du sang : elle se sépare facilement de ce liquide où elle est presque à nu, en raison de sa faible adhérence pour l'espèce d'huile qui se trouve développée dans les couloirs du foie. On n'en a point déterminé la proportion, et c'est un des points les plus essentiels de ceux qui doivent fixer désormais l'attention des chimistes voués au progrès de la chimie animale.

27. C. Cette matière huileuse, unie à la soude, est un des principes les plus extraordinaires de la bile. On ne s'était point expliqué en chimie sur sa nature, assez long-temps après qu'on eut reconnu, et son existence, et sa forme savonneuse. C'est Van-Bochaute qui, en s'en occupant le premier en particulier, l'a comparée aux résines, et a même cru qu'elle se rapprochait de celle des végétaux : il a fondé cette opinion sur ce que ce corps huileux, séparé par les acides, enlevé ensuite par l'alcool, et obtenu de celui-ci par l'évaporation,

prend une forme poisseuse, de la transparence, de la sécheresse, est dissoluble constamment dans l'alcool, et s'en précipite par l'eau en gouttelettes blanches, restant long-temps suspendues dans la liqueur, auxquelles on peut donner de la mollesse et de la ductilité par la chaleur. Van-Bochaute avait pensé que cette matière résineuse pouvait provenir des globules rouges du sang, dans lesquels Gaubius avait déja remarqué une disposition à se résinifier. Le professeur de Louvain adoptait à cet égard la théorie de Roux, professeur de chimie à l'Ecole de médecine de Paris, qui regardait la bile comme l'évacuant naturel de la partie colorante du sang. Mais ces idées, plus vagues encore qu'elles sont ingénieuses, doivent céder à de nouvelles recherches et à de nouvelles expériences. Pour en faire sentir l'utilité, et pour commencer ce travail sous de nouveaux auspices, je citerai ici le résultat de quelques essais que j'ai tentés en 1790 sur la matière huileuse de la bile, et qui indiquent dans cette matière quelque chose de très-différent d'une résine.

28. L'acide muriatique oxigéné, reçu en gáz dans la bile délayée d'un peu d'eau, détruit promptement sa couleur, en coagule l'albumine qui se dépose en flocons blancs : son savon reste en dissolution sans couleur et sans odeur, mais conservant sa saveur amère. Une plus grande dose de cet acide réagit de nouveau sur ce savon, et en sépare la matière huileuse, blanche et sous forme concrète. Un acide quelconque, versé sur de la bile déja décolorée par l'acide muriatique oxigéné, y fait sur-le-champ un précipité blanc concret et de la consistance de la graisse, qui se dissout dans l'eau chaude, dans l'alcool froid, fait passer celui-ci à l'état d'éther par la chaleur. Cette dissolution adipo-alcoolique, épaissie en sirop par l'air, s'unit à l'eau sans se précipiter ; un acide la décompose. Cette matière blanche, concrète, comme adipocireuse et non résineuse, précipitée de la bile par l'acide muriatique oxigéné, a d'abord été prise

pour la substance feuilletée contenue dans les calculs biliaires, et dont je parlerai dans l'article suivant ; mais elle en diffère par plus de mollesse, par sa fusibilité qui a lieu à 32 degrés de Réaumur, par une plus grande dissolubilité dans l'alcool, et par sa dissolubilité dans l'eau chaude. Ces essais doivent être poursuivis avec soin : il faudra rechercher sur-tout si ce précipité blanc de la bile par l'acide muriatique oxigéné ne serait pas le savon biliaire, encore alcalin en raison de son attraction pour l'eau ; et ceci est d'autant plus essentiel qu'on ne doit pas oublier de remarquer, relativement à la matière grasse et colorante précipitée de la liqueur animale par les acides, que lorsqu'on veut la laver dans l'eau après sa précipitation, ce liquide en emporte une bonne partie qu'il dissout comme si c'était encore un savon, et que cette eau de lavage précipite de nouveau par l'addition des acides. J'ai dit aussi que la liqueur acide, toujours colorée en vert et quelquefois même très-brillante, précipitait par l'évaporation une portion de matière colorante, verte et poisseuse. Ainsi la substance huileuse de la bile est d'une nature très-singulière et d'un genre bien particulier ; ce n'est ni de la graisse, ni de la résine, ni de l'adipocire, proprement dites. Son caractère, comme moyen entre ces trois corps, semble résister à les imiter tous trois ou à se rapprocher de chacun, suivant qu'on la traite par divers procédés. Le véritable mode de sa différence, tenant à sa nature intime et à la proportion de ses principes constituans, n'est pas encore connu, parce qu'on n'est pas encore assez avancé dans l'analyse des substances grasses ; et c'est à des travaux ultérieurs qu'il appartient de déterminer les simples aperçus qui existent à cet égard, en recherchant sur-tout ses rapports avec la graisse abdominale dont elle tire manifestement son origine.

29. D. Il faut sans doute en dire autant de la matière colorante de la bile qu'on n'a pas encore pu obtenir séparée de sa substance grasse, et qui lui est intimement adhérente,

au point même qu'il a été très-naturel de la confondre avec elle, et de la regarder comme un simple attribut caractéristique de l'huile biliaire. Aussi Van-Bochaute, malgré toute la finesse qu'il a mise dans ses expériences, destinées spécialement à isoler par l'analyse diverses matières constituantes de la bile, en offrant pour résultat général de son travail cette humeur comme un composé de beaucoup d'eau, de mucus albumineux en partie isolé et en partie uni à un gluten animal, d'un savon formé de résine et de soude, de beaucoup de corps muqueux sucré, et d'un arome ou esprit recteur particulier; ne cite point la matière colorante parmi les principes qu'il admet dans la bile. Plenck a donné, au contraire, ce principe colorant comme un des matériaux immédiats de la bile. Quoique l'analyse n'ait pas encore prononcé sur ce point important, la couleur de la bile, considérée, soit comme matière particulière, soit comme propriété caractéristique de son huile particulière, paraît être, d'après les expériences décrites ci-dessus, très-disposée à la nuance verte, ou jaune brune, très-sujette à des variétés, susceptible de disparaître par l'action de l'acide muriatique oxigéné, et conséquemment ne peut pas être due au fer comme quelques chimistes l'avaient pensé.

3o. E. Je ne parle ici de la substance huileuse amère et odorante, extraite de la bile par plusieurs chimistes, et décrite spécialement par Van-Bochaute, que pour discuter la question relative à son existence ou à sa formation accidentelle due aux expériences même par lesquelles on l'a obtenue. Il paroît que cette dernière opinion a été adoptée par Van-Bochaute lui-même, puisque, dans sa conclusion sur la composition de la bile, et dans son énoncé de ses principes, il n'a pas compris cette espèce d'huile : et, en effet, elle ne s'est montrée que sous la forme de quelques gouttelettes surnageant la dissolution alcoolique et éthérée de ce qu'il nomme la *résine de la bile* ou de son *savon*; il ne s'en est séparé que de pe-

tites gouttelettes transparentes, qu'il n'a pu recueillir que sur le papier ; il les regardait lui-même comme un produit de la décomposition de la résine biliaire, puisqu'il espérait par là séparer et obtenir bien pur le corps muqueux sucré quand il l'aurait décomposée complétement. Cette huile, à laquelle le même auteur paraissait attacher spécialement l'odeur de myrrhe ou de musc que la bile prend sur-tout au moment où le corps huileux s'en dégage, est donc une modification de sa matière huileuse, un des états qu'elle prend dans les altérations que l'art lui donne ; peut-être même sa forme de gouttes huileuses transparentes, volatiles et odorantes, dépend-elle de son union avec un peu d'alcool ou d'éther nécessaires à son extraction. On ne doit la considérer que comme une des propriétés de l'huile biliaire, et non comme un des principes de la bile ; elle n'y a jamais été trouvée toute formée.

31. F. La matière animale coagulable de la bile n'a pas été distinguée dans les premiers temps de son analyse. Cadet, qui ne s'est occupé que de la nature savonneuse de cette liqueur et de la substance saccharine qu'elle lui a paru contenir, n'a rien dit de cette matière. Van-Bochaute y a fait beaucoup d'attention ; mais il n'en a pas bien connu la nature ; il a cité spécialement, comme Verheyen, sa propriété de brûler avec l'odeur de la corne. Il a donné le moyen de l'extraire du précipité de la bile par les acides, en enlevant sa matière huileuse par l'alcool : il a remarqué sa propriété incoagulable par l'ébullition que lui communique le savon biliaire lorsqu'on y ajoute de l'eau ; mais il n'a pas eu une idée exacte de ses caractères, et il l'a décrite comme une espèce de mucilage animal, en partie nu et en partie uni au gluten moins cependant que dans le serum du sang. Il est évident par là qu'il croyait que la matière animale contenue dans la bile était de deux sortes ; l'une, albumineuse et coagulable par les acides ; l'autre, gélatineuse. Je n'ai pas eu

occasion de reconnaître ces deux substances dans la bile. Si elles y existent l'une et l'autre à la fois, ce qui n'est pas improbable, puisque ce mélange a lieu dans plusieurs liqueurs animales, l'action des acides sur la bile ne doit en séparer que la matière albumineuse qu'ils ont la propriété de coaguler en même temps que l'huile, et retenir en dissolution la substance gélatineuse. Van-Bochaute n'a donc pas dû trouver ces deux matières dans le précipité de la bile par les acides ; et la gélatine ne peut être séparée que par l'évaporation de la liqueur surnageante. Cette dernière n'a point encore été prouvée dans la bile, et l'on n'y a jusqu'à présent reconnu que la substance albumineuse qui rend cette liqueur filante et visqueuse, et qui y varie en proportion, suivant une foule de circonstances.

32. G. La substance saccharine ou analogue au sucre de lait, que Cadet a le premier annoncée dans la bile, et qu'il n'y a pas démontrée par des expériences assez exactes, a fait, comme je l'ai indiqué, un des principaux objets des recherches de Van-Bochaute. Celui-ci n'est pas parvenu, malgré les divers moyens qu'il a mis en usage, à isoler ce principe, et à le rendre sensible. Il n'a jugé de sa présence que par la saveur douceâtre de l'extrait de bile, et par le commencement de fermentation vineuse qu'il a cru y observer. On est cependant étonné, en reconnaissant le peu de réussite qu'il a obtenu, de voir cet auteur compter dans son résumé le corps muqueux sucré au nombre des principes les plus abondans de la bile, l'indiquer même comme très-analogue au sucre. Il est impossible de partager l'opinion de Van-Bochaute tant qu'on n'aura pas trouvé de procédés pour mieux prouver l'existence de cette matière sucrée dans la bile. Une pareille substance paraîtrait même plutôt étrangère à un liquide huileux, âcre et amer de sa nature, si on ne considérait, d'une part, que des indices vus par des chimistes habiles doivent appeler leurs successeurs à les confirmer par de nouvelles recherches ; et, de l'autre,

qu'il ne serait pas extraordinaire qu'une liqueur formée en partie par l'absorption des produits des intestins, contînt une portion de matière chyleuse. Ces aperçus méritent donc encore des travaux ultérieurs; et si le corps sucré existe en effet dans la bile, on sera conduit à le regarder comme un des récrémens que cette humeur reporte dans les organes de la chylification.

33. H. Les chimistes qui ont travaillé jusqu'ici à l'analyse de la bile, n'ont presque rien dit de la nature des sels qui y sont contenus; presque tous occupés à la traiter par les acides, ils ont confondu le sel formé par cette addition avec ceux qui font partie intégrante de cette liqueur. J'ai fait voir, par les réactifs, des indices d'acide phosphorique et de chaux dans la bile. La soude y est également surabondante à la combinaison saline, puisque la partie excédante y est sous forme savonneuse. Il est donc certain que cette humeur contient du phosphate de soude et du phosphate de chaux. On y a de plus trouvé quelques indices de muriate de soude. Il y a lieu de croire que l'état savonneux et albumineux de ce liquide contribue à y rendre le phosphate calcaire dissoluble, puisqu'il ne peut pas y être en phosphate acide, à raison de la soude qui y est presqu'à nu. On voit la même circonstance de dissolution de ce phosphate terreux dans les liqueurs animales. Quelquefois ce phosphate de chaux est assez abondant pour former des concrétions comme dans d'autres régions du corps animal. J'en ai trouvé plusieurs fois de cette nature dans le tissu du foie de quelques animaux, et sur-tout des oiseaux.

34. I. On a compté encore parmi les matériaux constituans de la bile, le fer à l'état d'oxide; et il paraît que Gaubins, dans ses leçons, croyait cet oxide cause de sa coloration. Mais sans nier la possibilité de l'existence de ce métal dans le liquide biliaire, quoique son charbon n'en présente que rarement, et seulement de très-légères traces, il n'est pas permis d'attribuer à ce métal la source de sa couleur jaune

ou verte, puisque cette couleur est si facilement altérée par l'acide muriatique oxigéné. Le fer n'est donc qu'un principe en quelque manière accidentel dans la bile, et il n'influe pas sensiblement sur sa nature et ses propriétés. Entièrement formée aux dépens d'un sang veineux et singulièrement ralenti dans son cours, il serait presque étonnant que la bile ne contînt pas la substance ferrugineuse qui est si facile à montrer dans le liquide sanguin ; et l'on pourrait même trouver plutôt embarrassante la petite quantité de ce métal existant dans l'humeur biliaire, si l'on n'était accoutumé de voir plusieurs liquides séparés du sang n'en pas contenir du tout. On ne sait pas encore dans quel état est le peu de fer qu'on a indiqué dans la bile ; et si, comme dans le sang qui le lui fournit, ce métal n'y est pas uni à l'acide phosphorique, c'est encore là un sujet de recherches que les chimistes ne doivent pas négliger.

35. La nature du tissu du foie, quoique non analysé encore comparativement avec d'autres parenchymes viscéraux, a offert quelques faits qui peuvent jeter du jour sur ses fonctions, et qui doivent être recueillies ici. J'ai fait remarquer déjà que ce tissu n'avait point de saveur amère, et indiquait ainsi que la bile hépatique diffère essentiellement de la cystique. En 1785, j'ai eu occasion d'examiner chimiquement un morceau de foie humain, suspendu depuis plus de dix ans à l'air dans le laboratoire de Poulletier de la Salle. Ce parenchyme, après avoir éprouvé les phénomènes d'une putréfaction lente, était comme une terre friable et légère ; et la première idée d'un chimiste en le voyant eût été autrefois de le croire réduit en effet à son squelette terreux. Il était cependant gras et doux, comme savonneux sous le doigt ; sur un charbon ardent, il s'est ramolli, fondu, noirci et charbonné, en répandant une odeur de graisse ; il m'a donné de l'eau légèrement ammoniacale, une huile concrète et lamelleuse, du gaz hidrogène carboné, et un charbon léger à la cornue ; l'eau bouil-

lante en a dissous une petite portion, et a pris un caractère savonneux ; le résidu plus huileux ou graisseux s'est fondu facilement, s'est cristallisé en refroidissant, et s'est enflammé avec une odeur de graisse à une chaleur vive. Une lessive de potasse caustique a dissous toute entière une portion de ce foie, en en dégageant de l'ammoniaque, et a formé un véritable savon, décomposable par l'eau de chaux, les sels calcaires et les acides. L'alcool chaud en a également pris une portion que l'eau en a précipitée en partie ; cette substance ainsi précipitée de l'alcool était grasse, douce au toucher, jaunâtre, fusible à 32 degrés de chaleur, se figeant en plaque solide, brillante, cristalline, en un mot analogue au blanc de baleine, quoique moins sèche, plus fusible et plus dissoluble que lui dans l'alcool. Ce fut même la première fois que j'eus occasion de voir et de reconnaître cette graisse animale, ressemblant au blanc de baleine ; je l'ai retrouvée quelques mois après dans les corps des cimetières convertis en gras ; je l'ai nommée depuis adipocire, d'après un grand nombre d'autres recherches sur diverses substances qui la contiennent ou la forment. Le foie s'était donc converti en matière grasse par sa décomposition spontanée à l'air. Une portion de cette matière s'était unie à l'ammoniaque, également formée dans son altération putride. Son tissu, tout gorgé des élémens de la bile et de la bile elle-même qui en remplit les pores, est donc disposé à constituer cette substance grasse, dont les rapports avec l'huile concrescible et savonneuse de la bile ne sont pas équivoques.

36. L'amertume de la bile, qu'on a crue jusqu'ici due à son principe huileux, et sur-tout à l'union de ce principe avec la soude, a été cependant attribuée par quelques chimistes à une matière particulière sans qu'on ait pu encore ni isoler, ni reconnaître par conséquent cette matière. Le citoyen Welther, dans un mémoire qu'il vient d'adresser en ventose de l'an 7, à la première classe de l'Institut national, sur la

substance jaune que l'acide nitrique forme avec les substances animales, et qui, parmi les singulières propriétés qui la distinguent, offre une amertume très-forte, soupçonne que cette substance pourrait bien être contenue dans la bile, et lui donner la saveur qui la caractérise, saveur que le mot de fiel a presque fait passer en proverbe. Mais il n'a fait aucune expérience pour vérifier ce soupçon ; et rien ne peut encore l'autoriser dans l'état de la science, puisque d'une part on n'a pas pu jusqu'ici séparer un principe amer particulier de la bile, et de l'autre il faudrait admettre, dans les actions chimiques, des viscères abdominaux qui disposent le sang à devenir bilieux, ou dans le foie lui-même une puissance analogue à celle que l'acide nitrique exerce. Si une pareille altération n'est pas impossible à concevoir, il faudra d'autres lumières que celles que l'on possède encore, pour en prouver l'influence dans la secrétion de la bile.

§. V.

Des variétés de la bile dans les divers animaux.

37. Ce qui a été exposé sur l'analyse de la bile de bœuf, dont on a coutume de faire l'examen, prouve que ce liquide doit être considéré comme un liquide albumino-savonneux, composé d'eau, d'albumine, de soude, d'une huile concrescible particulière ; de phosphates de soude et de chaux ; que le principe colorant, l'huile volatile et odorante analogue à la myrrhe, ne sont que des produits de l'altération de ce liquide ; que la matière mucoso-sucrée n'y est pas prouvée ; que le fer n'y est qu'accidentel. Les premiers matériaux indiqués forment l'essence de la bile ; et les essais qu'on a faits jusqu'à présent sur la bile humaine comparée à celle de bœuf, n'ont pas montré de différences entre ces deux liquides. Mais on ne peut pas conclure de ces deux analyses que la

bile est de la même nature dans tous les êtres animés. Il y a lieu de croire que les espèces de mammifères qui n'ont point de vésicule du fiel et chez lesquels il n'y a que de la bile hépatique, ont un caractère particulier dans ce liquide, moins d'âcreté et d'amertume sur-tout.

38. On n'a rien fait encore sur l'analyse de la bile, considérée dans les divers ordres ou genres d'animaux ; on n'a pas examiné ce que la différence d'organisation dans les viscères doit apporter de variétés dans la nature du liquide biliaire. L'anatomie, plus avancée à cet égard que la chimie, apprend cependant que le système ou l'appareil hépatique, constant comme je l'ai déja dit dans toute la chaîne des êtres animés, ayant une structure plus ou moins éloignée du premier type ou du premier modèle qu'on trouve dans l'homme et dans les mammifères, les animaux divers doivent avoir aussi une autre nature dans leur bile. Sans doute la bile des oiseaux frugivores et des carnivores en différant dans ces deux grandes classes de bipèdes, diffère encore plus de celle de l'homme et des mammifères. A plus forte raison doit-il exister un caractère particulier dans la bile des amphibies, des poissons, dans celle des mollusques, des insectes et des vers. La médecine employait beaucoup autrefois le fiel de carpe, de brochet et d'anguille ; on le préparait dans les pharmacies par l'évaporation, et on l'épaississait en extrait. L'art de faire cette simple opération y a montré que ce liquide est d'un vert brillant et foncé dans les poissons ; qu'il n'est pas aussi visqueux que celui de l'homme et des mammifères ; qu'il a une amertume moindre ; qu'il s'épaissit comme un vernis ; qu'il attire l'humidité de l'air quand il est sous forme d'extrait ; qu'il est très-miscible à l'eau ; qu'il se trouble et précipite des flocons blanchâtres par l'alcool, qui reste vert lui-même.

39. Je ne connais encore qu'une analyse du foie de raie, faite par le citoyen Vauquelin, et qui, en prouvant combien ce viscère est graisseux, annonce que la bile des amphibies

et des poissons doit être plus huileuse que celle des mammifères et des oiseaux. On savait déja dans les cuisines qu'en faisant cuire dans l'eau le foie de raie, qui est mou, et d'une couleur grise rougeâtre, il prend une consistance plus forte que celle qu'il avait, et laisse échapper de l'huile qu'on voit nager à la surface de la liqueur. Cette huile ne se fige pas à soixante degrés de température. Broyé avec de l'eau dans un mortier, le foie de raie a offert au citoyen Vauquelin une sorte d'émulsion d'où l'huile s'est séparée peu à peu à sa surface, et que les acides ont décomposée. Le papier est graissé par ce viscère, et le sirop de violettes est changé en vert, parce que le foie de raie, examiné à Paris, loin des ports de mer, est déja légèrement altéré. La couleur rouge, donnée au papier de tournesol par un acide, est rappelée au bleu par ce foie, et repasse au rouge à l'air par la volatilisation de l'ammoniaque dont ce changement prouve la présence. En grillant légèrement le foie de raie écrasé, il en sort des gouttes d'huile; et soumis ensuite à la presse, il donne plus de la moitié de son poids d'huile : la portion de parenchyme, qui reste après cette expression, brûlée dans un creuset laisse du phosphate de chaux pur pour cendre. L'acide muriatique oxigéné, versé sur l'huile extraite du foie de raie, la rend sur-le-champ blanche en perdant son odeur, et lui donne la consistance de graisse; cette huile, exposée à l'air, y devient blanche, concrète et opaque. Le citoyen Vauquelin conclut de cet examen que le foie de raie (et la bile de cet animal participe sans doute à sa nature) est chargé d'une huile liquide en très-grande quantité. Il rapproche ce fait des foies d'animaux engraissés, et sur-tout de ceux d'oies qui sont très-doux, très-gras et d'une couleur pâle, et des circonstances morbifiques dans lesquelles le foie de l'homme et des mammifères devient, en se tuméfiant, blanc ou gris et prend le caractère graisseux que présente celui de la raie. Il attribue cette nature huileuse et sur-tout cette huile liquide à ce que le sang des viscères

du bas-ventre, très-ralenti dans son cours, sur-tout chez les animaux qui respirent peu, devient très-hidrogéné à mesure que son carbone s'unit à l'oxigène absorbé par ce fluide, et que c'est à raison de l'extrême lenteur qu'il a dans la raie que la matière huileuse qui s'y forme reste toujours liquide.

40. Ce seul trait d'analyse du foie de raie, qui conduit à penser que la bile suit le genre de composition huileuse dans cet animal, et qui fait voir un rapport remarquable entre la respiration et la bilification, suffit pour montrer combien de résultats importans pour la physiologie et la médecine on pourra tirer des expériences faites sur cette humeur, comparée dans les différens genres d'animaux ; combien de conclusions utiles à la physique animale et à l'art de guérir permet d'espérer l'exécution soignée du plan de recherches proposées par le beau programme de l'Institut national. Que sera-ce lorsque le zèle des chimistes les engagera à poursuivre cet important travail dans les différens âges de l'homme et des animaux, dans le fœtus qui n'a pas respiré, dans les sujets attaqués de maladies du poumon, et où la respiration gênée semble les rapprocher de la condition des amphibies, dans toutes les affections où ce liquide prend tant de caractères et de propriétés qui le font différer de son état naturel ? Que des problêmes, non seulement irrésolus jusqu'ici, mais même imprévus encore, sortiront de ces nombreuses et utiles expériences, à peine ébauchées, et déja si importantes par les aperçus qu'elles fournissent à la science salutaire !

§. VI.

Des usages de la bile dans l'économie animale vivante.

41. Je n'ai que peu de choses à dire ici sur les usages de la bile, parce que cet objet doit être traité à sa vraie place dans

le quatrième ordre de faits, qui terminera cette huitième et dernière section de mon ouvrage. Je dois me borner, dans cet article, aux faits généraux qui sont inséparables de l'histoire chimique de la bile. Jusqu'au moment où la chimie a éclairé la physique animale sur la formation de cette humeur, sur ses rapports avec le sang abdominal, avec la respiration, avec la graisse, on se bornait en physiologie à considérer la bile comme un liquide utile et nécessaire à la digestion, par sa propriété de mêler les huiles avec l'eau, et conséquemment de former le chyle. Mais les idées que les recherches actuelles font naître sont beaucoup plus étendues, et on peut dire avec vérité qu'elles ont ouvert une carrière nouvelle pour les progrès de la physique animale.

42. On sait que la voie d'excrétion de la bile consiste dans son écoulement vers le duodenum. Haller croit, et cette opinion, outre le poids de son auteur, a pour elle un raisonnement simple et exact sur la structure anatomique, que la bile hépatique descend beaucoup plus abondamment dans l'intestin que dans la vésicule, qu'il n'en passe qu'une petite partie dans ce réservoir par une espèce de regorgement. Ainsi la bile hépatique coule sans cesse du foie dans le tube intestinal, et la bile cystique n'y arrive qu'à des époques déterminées par le changement de situation dans les viscères abdominaux. C'est au moment où les alimens déja dissous et digérés dans l'estomac arrivent dans le duodenum, que le fiel de la vésicule, relevée vers son fond, se vide et coule dans la cavité duodénale, après s'être mêlée, soit avec la bile hépatique, soit avec le suc pancréatique, dont le canal excréteur se confond avec l'extrémité du canal cholédoque dans l'épaisseur même des parois de l'intestin. On ignore encore les changemens qu'elle éprouve par son mélange avec ce dernier suc; car la simple notion de sa division, de son atténuation et de son adoucissement par ce suc ne satisfait que bien peu l'esprit accoutumé à voir que la nature, dans son admirable économie, ne fait pas de frais

semblables à la création d'un viscère glanduleux pour ne pourvoir qu'au délaiement d'une humeur à laquelle elle se fût contentée de donner plus de fluidité dans son propre couloir ; d'autant plus qu'on ne voit d'un autre côté dans cette théorie de l'usage de la vésicule que l'épaississement de la bile. Si ces idées étaient exactes, il faudrait que dans les animaux qui manquent de vésicule, et chez lesquels la bile n'est pas si épaisse, il n'y eût pas de pancréas ; et souvent au contraire cette glande y est plus prononcée que dans les animaux à vésicule. On n'a donc pas encore toute la vérité sur cet objet.

43. La bile versée sur la masse alimentaire digérée dans l'estomac, parait y éprouver une décomposition dont on ne parle pas dans les ouvrages de physiologie. Outre que les alimens sont le plus souvent plus ou moins acides, ce qui suffit à la précipitation de l'humeur biliaire, quand ils n'auraient pas ce caractère leur état si composé suffit pour faire concevoir que le léger équilibre de composition de la bile ne doit pas y résister. Elle éprouve une précipitation, elle se partage en deux matières comme la masse chyleuse elle-même ; l'une, liquide, contenant l'alcali, les sels, une partie de la substance animale, et le corps sucré, s'il y existe, se combine à la partie la plus dissoluble, la plus fluide des alimens digérés, et forme avec elle le chyle. L'autre matière de la bile, composée de l'albumine coagulée, de l'huile concrescible colorée, âcre et amère, se précipite grumelée, concrète ou disposée à prendre cet état avec la portion non dissoute, féculente, solide, ligneuse, osseuse, et non digérée des alimens, avec laquelle elle se condense le long du tube intestinal, qui en exprime par ses contractions le suc chyleux, pompé par les bouches des vaisseaux absorbans, et en dessèche peu à peu la masse, destinée à sortir du corps sous la forme d'excrémens.

44. On voit par là que la bile, en partie récrémentitielle et en partie excrémentitielle, opère par un véritable effet chimique le premier départ de la masse alimentaire, sortant

homogène de l'estomac ; qu'elle en teint le résidu formant les excrémens par son huile colorée ; que c'est à elle encore qu'est due la plus grande partie de l'odeur fétide de ceux-ci, et que c'est pour cela que, lorsque son passage dans le duodenum souffre des obstacles, ou lorsqu'elle ne coule pas du foie, les excrémens sont sans couleur et sans fétidité. Elle agit d'ailleurs comme un stimulus qui irrite les parois intestinales ; elle excite leur contraction, et fait ainsi cheminer les alimens le long de ce tube ; elle procure en même temps l'écoulement et l'expulsion du suc muqueux et glaireux des intestins ; son action est même purgative dans quelques cas : quelquefois trop stimulante ou trop irritante, elle excite des douleurs, des picotemens, des coliques, et fait naître des évacuations abondantes. Aussi l'extrait de bile supplée-t-il souvent dans l'art au défaut de la bile, et remédie-t-il, par une précédente administration, à l'inertie intestinale que le manque de ce liquide entraîne nécessairement.

45. Si la matière huileuse, colorée et âcre de la bile, séparée de la soude, sort ainsi sous forme d'excrémens avec la surabondance ou le résidu des alimens épuisés plus ou moins de leur portion alimentaire, on doit en conclure que ce genre d'excrétion est un moyen dont la nature se sert pour expulser du corps des animaux cette substance huileuse également surabondante. C'est ainsi que Roux concevait la sortie de ce qu'il croyait être la partie colorante du sang, qu'il regardait comme une matière âcre et nuisible quand elle avait parcouru plusieurs fois les canaux sanguins, et à la rétention de laquelle il attribuait la production de plusieurs maladies. Quand cette hypothèse, qu'une connaissance plus exacte du sang rend moins naturelle et moins vraisemblable aujourd'hui, serait reconnue pour une véritable erreur, on doit toujours voir, dans cette évacuation de la partie huileuse et irritante de la bile, une voie par laquelle la nature débarrasse le corps animal d'un principe surhidrogéné, d'une surabondance d'hidrogène ;

et cette vue, que je crois destinée à être incessamment confirmée par l'observation attentive des phénomènes de la respiration; et par la comparaison des affections pulmonaires avec l'état du système hépatique et biliaire, est déja un pas assez avancé dans la connaissance d'un des effets chimiques de la vitalité, pour mériter l'attention la plus sérieuse de la part des médecins. Elle est de nature à s'accorder avec une foule de faits anatomiques et physiologiques qu'il n'est pas de mon objet d'exposer ici, mais qu'il suffira d'avoir annoncé à ceux qui s'occupent de la physique animale, pour les engager à l'approfondir.

§. VII.

Des usages médicinaux et économiques de la bile.

46. Les médecins emploient depuis long-temps la bile ou le fiel de bœuf épaissi en consistance d'extrait, et souvent sous ce dernier nom, comme tonique, stimulant, fondant, et spécialement pour favoriser la digestion. Ils ont pensé qu'en suppléant par cette administration au défaut de la bile chez les sujets où elle coule mal, ils rendraient aux fonctions des premiers intestins un principe qui lui manquait pour opérer la digestion complète des alimens; pour irriter ou stimuler le tube intestinal, y favoriser le mouvement de la masse alimentaire, procurer ainsi des évacuations presque naturelles, et remédier aux maux que fait naître l'arrêt de la bile dans ses couloirs. L'expérience a prouvé qu'une partie de ces vues pouvait être en effet remplie par l'usage prudent de la bile épaissie, où l'on en fait fréquemment un des ingrédiens des médicamens qu'on a coutume d'employer dans ces cas : car jamais on ne donne l'extrait de bile de bœuf seul et sans association; on le mêle avec des extraits de plantes apéritives, fondantes, incisives, amères; on le donne en opiat, en pilules, en bols. On doit ne jamais oublier que

cet extrait est fort déliquescent, qu'il se ramollit par l'exposition à l'air, qu'il fait perdre promptement leur consistance et leur forme aux pilules et aux bols dont il fait partie, qu'il faut conséquemment les préparer en petite quantité et les renouveler souvent.

47. On a cependant beaucoup abusé de ces notions sur les propriétés de la bile comme médicament. Non seulement quelques médecins enthousiastes ou crédules lui ont attribué beaucoup plus de vertus qu'elle n'en a, et l'ont employée avec profusion dans une foule d'affections différentes où son action peut être nuisible, ou dans lesquelles son peu d'effet est devenu pour d'autres une occasion de lui reprocher de l'inertie et de l'inutilité : mais encore on a poussé les idées exagérées jusqu'à reconnaître des propriétés spécifiques plus ou moins ridicules à la bile de tel ou tel animal en particulier. On a été rechercher ce liquide amer dans les poissons, sur-tout dans les anguilles, les carpes et les brochets ; on a donné la préférence à l'un sur l'autre dans tel ou tel cas pathologique. En un mot on a mêlé des fables et des inepties aux idées simples et assez justes qu'on avait d'abord eues des propriétés de la bile en général : de sorte qu'on a diminué ainsi la confiance que pouvait mériter l'extrait de la bile de bœuf, la plus connue en effet et la mieux analysée de ces liqueurs. Car il faut remarquer que tout en admettant des propriétés admirables dans les fiels d'anguille et de brochet, on n'avait fait aucun examen chimique de ces espèces de bile, et qu'on n'avait cherché à acquérir aucune connaissance réelle sur leurs différences d'avec la bile de bœuf.

48. L'usage le plus fréquent et le plus répandu de la bile de bœuf est celui qu'en font les dégraisseurs. Les bouchers leur vendent, sous le nom d'amer, les vésicules du fiel de ces animaux, pleines de bile ; les dégraisseurs emploient ce liquide pour enlever la graisse et l'huile de dessus les étoffes de laine ; et comme la bile agit fort bien sur ces taches, qu'elle fait dis-

paraître, on en avait déja conclu, il y a long-temps, que ce liquide était de nature savonneuse. A mesure que l'huile est enlevée par l'agitation et le frottement avec la bile, celle-ci mousse sur-tout à l'aide des premières portions d'eau qu'on jette sur l'étoffe pour la laver.

La bile entre aussi dans la préparation de plusieurs couleurs; épaissie en extrait solide ou sec, on la délaie dans un peu d'eau, et elle donne une teinte brune de bistre. C'est pour cela que les calculs biliaires du bœuf servent aux peintres, ainsi que je le ferai remarquer dans l'article suivant.

ARTICLE XXII.

Des calculs biliaires.

1. Il semblerait bien naturel de traiter de la nature des calculs biliaires dans l'histoire même de la bile, puisque cette liqueur leur donne naissance, et puisqu'ils paraissent devoir être d'une composition analogue. La plupart des auteurs de médecine qui en ont parlé ne les ont en effet regardés que comme de la bile concrétiée, et ont pensé qu'ils étaient simplement produits par le trop grand épaississement, joint à un séjour trop prolongé de ce liquide, soit dans les pores biliaires, soit dans la vésicule du fiel. Mais comme l'analyse de ces concrétions m'a présenté des résultats assez différens de ceux qu'offre le traitement chimique de la bile, j'ai cru devoir séparer l'examen de leurs propriétés de celui de cette humeur, pour frapper davantage l'attention des hommes de l'art, et pour prouver que les conclusions portées d'après des analogies et de simples probabilités sur la nature des corps, s'éloignent presque toujours de la vérité, et ne doivent jamais remplacer les expériences, seules capables de la faire trouver.

2. Beaucoup d'auteurs ont parlé des calculs biliaires, de leurs propriétés physiques, de leurs différences d'avec les autres concrétions animales, et même de leurs propriétés chimiques. Parmi les médecins, car eux seuls avaient en quelque manière le droit de s'y intéresser, à cause des rapports qu'elles avaient avec la production des symptômes et la guérison des maladies, il faut spécialement distinguer les suivans. Colombus en a trouvé un dans le confluent de la veine-porte, à l'ouverture du corps de saint Ignace. Glisson, Bianchi, Hoffman ont écrit très au long sur ces calculs. En 1749 Haller a réuni, dans un programme de thèse, beaucoup d'observations sur cet objet. Walther, dans son ouvrage in-folio sur les concrétions du corps humain, qu'il nomme à tort terreuses, a décrit avec beaucoup d'exactitude les calculs biliaires, et les a distingués, d'après leur structure en classes, genres et espèces. Vicq-d'Azyr, dans le recueil de la société de médecine pour 1779, en a décrit avec assez de détails neuf espèces remarquables, et il en a proposé aussi une classification nouvelle. Ces deux derniers anatomistes ont joint des figures à leurs descriptions. Quant aux recherches chimiques sur ces concrétions, Haller a consigné dans son histoire de la bile les principaux résultats obtenus jusqu'en 1764, époque de la publication de son grand ouvrage de physiologie. Il y a réuni tous les faits chimiques observés jusque-là par Hartman, Moseder, Halès, Taconi, Strohlen, Wieussens, Valisnieri, Grew, Boerhaave, Ludwig, Spielman. Mais tous ces auteurs n'ont vu que quelques faits, n'ont examiné que quelques propriétés isolées; aucun n'a fait une analyse suivie ni exacte. En recueillant tous ces faits, on voit que les calculs biliaires ne sont qu'en partie dissolubles dans l'eau; qu'ils le sont davantage dans l'alcool; qu'ils sont légers, huileux, inflammables; que les alcalis caustiques les ramollissent et les dissolvent, ainsi que l'huile de térébenthine, et même les huiles fixes; que l'acide nitrique les fond aussi;

qu'ils se ramollissent au feu comme de la cire ; que la plupart sont insipides ou doux ; que leur centre ou noyau est amer ; qu'ils diffèrent beaucoup en général des calculs urinaires. Toutes ces propriétés y avaient d'ailleurs été annoncées comme inconstantes et variables.

3. Poulletier de la Salle découvrit le premier qu'en traitant les calculs biliaires par l'alcool chaud, ce liquide présentait ensuite par le refroidissement une foule de paillettes brillantes, cristallines, qu'il comparait à l'acide boracique ou aux fleurs de benjoin, et dont il n'avait pas examiné la nature, n'ayant pas pu s'en procurer une quantité suffisante pour cela. J'ai appris de lui que cette matière singulière, et non décrite auparavant, était plus dissoluble à chaud qu'à froid dans l'alcool, qu'elle s'en séparaît très-vîte par le refroidissement, qu'elle était en petite quantité dans ces concrétions, et qu'elle ne se rencontrait pas dans les calculs biliaires du bœuf. Cet animal est très-sujet à ce genre de concrétions ; on les trouve dans sa vésicule, sur-tout en hiver ; les bouchers les retirent avec soin, et les gardent pour les peintres, qui s'en servent dans leurs tableaux. Vanswieten remarque que, dans le printems, au moment où les bestiaux mangent de l'herbe fraîche, les calculs biliaires se fondent, et que c'est pour cela qu'on n'en trouve plus dans cette saison ni dans l'été. Il en conclut même, ainsi que Haller, que les sucs d'herbes doivent être de très-bons dissolvans de ces concrétions, et que l'expérience médicale confirme en effet cette notion importante d'histoire naturelle.

4. En 1785, après avoir recueilli ces faits de la bouche de Poulletier, l'examen du foie pourri et dessesché à l'air, dans lequel je trouvai l'huile concrescible dont j'ai parlé, me fit soupçonner que les lames cristallines des concrétions biliaires humaines pourraient bien être de la même nature ; et ayant traité dans cette vue tout à la fois une quantité considérable de calculs biliaires que je conservais dans deux vésicules séchées, qui en

étaient pleines, par l'alcool chaud à la dose de seize parties contre une de ces concrétions, j'observai que la dissolution jaunâtre que j'obtins déposa promptement, en se refroidissant, une abondance remarquable de paillettes brillantes, dont les propriétés me présentèrent une analogie frappante avec la matière huileuse du foie desséché à l'air. Chauffées dans une cuiller d'argent, ces cristaux gras et onctueux sous le doigt se fondirent en un liquide oléagineux jaunâtre, d'un volume bien moindre qu'eux, qui exhala une odeur de cire, et qui se cassa en lames brillantes après son refroidissement. J'ai déterminé depuis que cette matière ne se fond qu'à près de quatre-vingt-dix degrés du thermomètre. La soude et la potasse caustique l'ont dissoute complétement et l'ont portée à l'état savonneux; l'acide nitrique l'a également dissoute sans bouillonnement, sans effervescence, et en a formé une espèce de liquide analogue à l'acide du camphre. Cette dernière propriété acheva de me convaincre que cette matière cristalline des calculs biliaires avait de très-grandes analogies avec le blanc de baleine; et c'est d'après l'examen comparé que j'en ai fait dans diverses circonstances où je l'ai trouvée depuis dans les matières animales devenues grasses par la putréfaction, dans le cerveau décomposé, etc., que je l'ai nommée en général adipocire, en la distinguant cependant en plusieurs variétés, suivant son degré de fusibilité, sa dissolubilité diverse dans l'alcool, sa sécheresse, sa propriété plus ou moins cristallisable, etc.

5. Une fois instruit de la nature remarquable de ce corps huileux, contenu dans tous les calculs biliaires humains, je poursuivis mes expériences sur les diverses espèces de ces calculs, et je reconnus que tous ceux de l'homme en contenaient, qu'ils en étaient même tous principalement formés; que c'était la matière la plus abondante qui entrât dans leur composition générale; que dans les uns elle était pure et en grandes lames cristallines blanches, micacées, brillantes, et presque demi-

transparentes ; que dans les autres elle était jaunâtre ou verdâtre, moins visible, moins cristalline, et entremêlée de matière bilieuse, épaissie en extrait ; qu'il y en avait plusieurs où cette dernière substance, plus abondante, masquait les lames cristallisées qui en faisaient partie, et ne les laissait voir que par la dissolution dans l'alcool chaud et leur précipitation par le refroidissement ; que dans presque tous le centre était presque toujours un peu de bile épaissie qui en constituait le noyau, et que, d'après toutes les observations réunies, leur formation dépendait de la cristallisation de la substance adipocireuse, contenue dans la bile. J'ai donc été conduit par là à penser que la cause de la production de ces calculs dépendait de ce que cette matière huileuse, devenant trop abondante par une disposition particulière de la bile pour y rester en dissolution à l'aide de la soude, et cette humeur étant par la même disposition épaisse et tendante à la concrétion, il se faisait une cristallisation de cette substance, tantôt pure et isolée, tantôt mêlée d'une quantité plus ou moins grande de matière biliaire, et que les formes diverses qu'elle affectait dans sa précipitation étaient dues à la lenteur ou à la rapidité de son dépôt. Comme cette matière provient manifestement de l'huile concrescible de la bile, et que jamais une résine végétale ne prend une nature pareille à l'adipocire, j'en ai conclu que la matière huileuse de la bile humaine n'était pas une résine, comme Van-Bochaute le pensait de la bile de bœuf, mais une substance plus ou moins voisine du blanc de baleine, une véritable adipocire susceptible de prendre la forme concrète et cristalline dans quelques cas.

6. D'après ces données, j'ai cru qu'il serait possible d'ajouter une précision chimique inconnue encore jusqu'ici dans la distribution méthodique des calculs biliaires, déja faite par Walther et par Vicq-d'Azyr. Le premier de ces anatomistes rangeait sous trois classes ces concrétions, d'après leur structure ; il les nommait très-improprement *lapilli striati*, *la-*

mellati, *corticati*, et subdivisait ensuite chaque classe en genres et en espèces suivant leur forme, leur grosseur, leur couleur. Wicq-d'Azyr proposait de les partager en trois grandes classes ; de placer dans la première ceux qui étaient formés par une matière jaunâtre et bilieuse, disposée ou non en filets ; dans la seconde, les calculs composés d'une substance brillante cristalline avec ou sans enveloppe ; et dans la troisième, les concrétions biliaires mixtes formées de matière jaune biliaire et de substance cristalline. On voit qu'au lieu de suivre uniquement la forme comme Walther, Wicq-d'Azyr commençait à sentir la possibilité de distinguer les calculs biliaires d'après leur nature, quoiqu'il ignorât, en 1779, ce que c'était que la substance cristalline qui y était contenue.

7. Je fais maintenant six genres des calculs biliaires :

Les premiers sont les *hépatiques bilieux*, composés presque uniquement de bile épaissie, et déposés en grumeaux irréguliers dans le tissu même du foie : ils sont rares.

Les seconds sont les *hépatiques adipocireux* : on les trouve quelquefois en lames étroites formant des points solides dans le parenchyme de ce viscère ; quelquefois ils sont saillans sur sa surface, et y montrent de petites tumeurs blanches ou jaunâtres : ils sont très-rares dans ce lieu ; souvent peut-être on en rend de très-petits qui s'écoulent avec les évacuations bilieuses.

Je nomme les troisièmes *cystiques bilieux* : ce sont des pelotons ou flocons concrets de bile épaissie, grands, irréguliers, d'un volume et d'une consistance très-variés, quelquefois friables, bruns ou rougeâtres. Les calculs de la vésicule du bœuf que les peintres emploient sont de ce genre.

Les calculs du quatrième genre sont les *cystiques corticaux*, de la même nature que les précédens ; ils sont seulement plus denses et recouverts d'une couche grise ou blanche, lisse, bien terminée d'adipocire. Ils tiennent le second rang par la

fréquence. On les trouve souvent en grand nombre dans la vésicule ; quelquefois même ils passent le nombre de cent : ils sont alors polygones, rapprochés comme des pièces de mosaïque, et distendent plus ou moins la vésicule.

Le cinquième genre est formé par les calculs *cystiques adipocireux* ; ils sont blancs ou gris, opaques au dehors ou demi-transparens, grenus ou lisses, couverts d'une écorce à filets courts, ou sans écorce, formés de lames entières dans toute leur épaisseur, ou de rayons partant du centre, et divergens à la circonférence : très-souvent ils sont seuls et ont alors la forme et la grosseur d'œufs de pigeon. Ils sont plus rares que les précédens ; on les trouve le plus souvent chez les femmes. Les hommes, à la fin des maladies bilieuses et presque toujours des ictères chroniques, en rendent d'irréguliers, peu secs, peu solides, grenus plutôt que cristallins, mous, semblables à du suif, jaunâtres, mêlés aux selles. Cette espèce d'évacuation adipocireuse ou graisseuse est beaucoup plus fréquente qu'on ne l'a cru, et on l'observe chez beaucoup de sujets quand on regarde avec soin leurs déjections à la fin des maladies.

Enfin je rapporte au sixième genre les calculs *cystiques mixtes* ou *adipo-bilieux*, qui sont des mélanges en proportion variée d'adipocire et de bile épaissie : ce sont les plus fréquens de tous ; et comme ceux du quatrième genre, ils sont nombreux : ils se trouvent souvent mêlés avec eux. Tantôt bruns ou d'un vert foncé, olivâtre, tantôt d'une couleur plus claire, on voit plus ou moins facilement dans leur intérieur des stries ou de petites lames brillantes, jaunes foncées, ou seulement quelques points micacés. Leur grosseur varie beaucoup. Quand ils sont polyèdres, on voit sur les côtés usés des tranches de lames cristallines entamées.

8. Tous ces calculs solubles dans les alcalis caustiques, dans les dissolutions de savon, dans les huiles fixes et volatiles, dans l'alcool, et en partie même dans l'éther, peu-

vent céder et disparaître ou se ramollir et se fondre même par l'usage de ces matières médicamenteuses, lorsqu'elles peuvent parvenir jusqu'à eux. On doit les attaquer par ces médicamens, convenablement et prudemment administrés. L'éther uni au jaune d'œuf est sur-tout très-utile en calmant en même temps le spasme et le resserrement que ces calculs produisent dans la vésicule. Souvent les canaux cystique et cholédoque se dilatent d'une manière excessive pour leur donner passage. Ces tubes, ordinairement de la grosseur d'une petite plume, ont été trouvés quelquefois augmentés dans leur diamètre jusqu'à laisser passer facilement le doigt depuis le *duodenum* jusqu'à la base du foie ; mais le plus souvent leur volume ou leur nombre conduit les malades au tombeau.

ARTICLE XXIII.

Des matières animales particulières contenues dans les intestins.

§. Ier.

De l'humeur intestinale.

1. A la suite des sucs gastrique, pancréatique et bilieux, il est nécessaire d'examiner les matières qui se rencontrent dans les intestins, puisque ces viscères sont la suite de l'estomac, et puisqu'ils reçoivent les liquides qui doivent agir sur eux et sur les matières qui y sont contenues, comme celles-ci doivent réciproquement agir sur ces liquides déja connus. Cinq substances particulières se présentent à l'observateur dans la continuité des intestins. Une de ces substances tire immédiate-

ment son origine des parois et des fonctions de ce tube : c'est le suc intestinal. Les quatre autres, quoique particuliers à ce canal, sont dues aux matières étrangères à sa nature qui les traversent : tels sont le chyle, les excrémens, les gaz et les calculs intestinaux. De ces quatre matières, les deux premières sont constantes et dans l'ordre naturel ; celles du troisième genre, quoique très-fréquentes, varient singulièrement dans leur quantité et leur nature, et ne sont abondantes que dans un état de maladie ; et celles du quatrième genre sont toujours le produit et la cause d'affections morbifiques. Dans l'examen de ces cinq substances, je serai obligé de tirer parti des observations anatomiques ou médicales, au défaut d'expériences chimiques ; car celles qui ont été faites, ou remontent à des époques très-avancées pour l'art, ou ne sont que des essais informes sur lesquels on ne peut presque pas compter ; je ne négligerai pas cependant d'indiquer les moins inexactes de ces analyses incomplètes.

2. Les parois des intestins sont imprégnées dans toute leur continuité d'une humeur qu'on a nommée *suc intestinal*, et qui remplit plusieurs fonctions importantes dans ce canal alimentaire. Haller a présenté ce suc comme un mélange de bile, de suc pancréatique, de résidus des alimens, du mucus des cryptes intestinales, et d'une humeur exhalée par les extrémités artérielles. Suivant lui cependant, cette dernière est la plus abondante de toutes, et peut être regardée comme la véritable liqueur intestinale. Il a été véritablement impossible jusqu'ici d'examiner ce liquide pur et isolé, puisqu'on ne connaît pas de moyens de le séparer d'avec les autres humeurs qui y sont mêlées ; mais sa quantité, qui l'emporte sur celles des autres, permet de croire que les propriétés qu'on a observées dans l'ensemble de ces liquides appartiennent vraiment à l'humeur intestinale, et peuvent être regardées comme ses vrais caractères.

3. La surface, d'où s'exhale l'humeur intestinale, offre un

organe immense que Haller croit au moins égal, dans son énergie et dans son produit, à celui de toute la surface de la peau. Le même anatomiste observe que les artères, dont les extrémités répandent cette humeur, égalent, au moins dans la somme de leur diamètre, celle des deux artères rénales; de sorte que la masse du liquide exhalé, quand on ne l'estimerait que d'après la quantité de celui qui le fournit, paraîtrait se rapprocher singulièrement de celle qui s'écoule par les reins, comme celle-ci se rapproche de celle qui est évaporée par la peau. Haller, d'après des calculs fondés sur des mesures de la longueur et de la surface interne des intestins, va même jusqu'à croire qu'il se sépare environ quatre kilogrammes (huit livres) de l'humeur intestinale en vingt-quatre heures; ce qui est le double de celle qui sort par la peau: c'est à cela qu'il rapporte les quantités immenses de liquides aqueux dans quelques diarrhées et à certaines époques des hydropisies. Mais ces dernières circonstances sont trop différentes de celles de l'état de santé, pour qu'on puisse en rien conclure pour les cas ordinaires, et il y a trop peu de bases exactes dans le calcul du savant Haller pour croire avec lui que la proportion du liquide intestinal soit le double de celle de la transpiration. Il y a seulement lieu de penser qu'elle ne s'éloigne pas beaucoup de celle de cette évacuation insensible.

4. Tous les physiologistes qui ont parlé de l'humeur intestinale l'ont crue de la même nature que celle qui se sépare sur les surfaces intérieures de la plèvre, du péricarde, et c'est à cette comparaison qu'ils se sont bornés. Quelques observations, soit d'après les déjections, soit sur les déjections qu'on a regardées comme dues à cette humeur plus abondante, l'ont fait voir visqueuse, filante, épaisse, glaireuse ou muqueuse. Pechlin et Brunner l'ont trouvée coagulable par le feu et par les acides. On l'a observée concrète et figurée en lames et en fibres, ou en glaires épaisses, ta-

pissant les parois des intestins, et y adhérant plus ou moins fortement, de manière même qu'on avait de la peine à les en détacher. On l'a remarquée assez souvent altérée et fétide, pour faire penser qu'elle était très-putréfiable; mais on peut attribuer cette propriété à son mélange autant qu'à l'humeur intestinale pure, puisque d'ailleurs aucun chimiste ne l'a examinée en particulier. Ses usages sont, suivant les physiologistes et Haller lui-même, d'adoucir et d'envelopper les nerfs pour les défendre des âcres, qui quelquefois traversent le canal intestinal, d'empêcher les parois intestinales de se sécher, d'adhérer entre elles ou avec les corps étrangers qui les parcourent, de détruire l'acrimonie des alimens, de délayer la masse et de lier la masse excrémenteuse, de fournir une partie du suc lymphatique qui constitue le chyle, et d'être pompée par les vaisseaux absorbans.

§. II.

Du chyle.

5. Le chyle est formé de la partie des alimens fondus et dissous par le suc gastrique lui-même, d'une portion de la bile et de suc pancréatique, et de l'humeur intestinale qui est absorbée avec lui par les vaisseaux chyleux, qui ne diffèrent point des lymphatiques absorbans. On sait qu'il parcourt assez rapidement ces vaisseaux disséminés en grand nombre sur les intestins, s'ouvrant dans leur cavité, parcourant le mésentère, s'anastomosant les uns avec les autres, se réunissant et devenant d'autant moins nombreux qu'ils s'éloignent plus du tube intestinal, formant au moins trois ordres ou séries de vaisseaux séparés par des glandes conglobées mésentériques, depuis les intestins jusqu'à la citerne lombaire et le canal thorachique où ils se réunissent et se confondent, et portant ainsi le chyle dans ce canal, quelquefois double, qui

va s'ouvrir le plus souvent dans la veine souclavière droite, très-près du cœur. Tel est le chemin du chyle. Haller, d'après beaucoup de faits rapprochés, estime que le chyle se sépare des alimens depuis deux heures jusqu'à cinq après le repas, et que six heures suffisent presque toujours pour extraire de la masse alimentaire toute la substance chyleuse qu'elle peut fournir.

6. Aucun chimiste n'a encore examiné cette humeur, et on ne connaît pas une suite d'expériences qui puissent annoncer que son analyse a été même tentée. On peut donc assurer qu'on en ignore encore presque entièrement la nature. Il y a cependant quelques essais tentés et plusieurs observations faites par des anatomistes et des médecins habiles; Haller en a recueilli les principaux et les plus importans résultats dans sa grande Physiologie. Je les énoncerai ici brièvement, en ayant soin de citer les sources où elles sont puisées, les auteurs à qui elles sont dues. J'en tirerai ensuite quelques conséquences, et je ferai voir qu'on n'a véritablement aucune notion satisfaisante de cette liqueur, origine première du sang et de tous les matériaux dont se compose, soit dans ses liquides, soit dans ses solides, le corps de l'homme et des animaux.

7. Lower, Michelotti, Slare et Brunner ont reconnu avec une couleur blanche au chyle une saveur douce ou un peu salée, qui le leur a fait comparer au lait. Lister l'a vu léger, nageant comme une liqueur huileuse sur le sang et le serum. Wepfer a observé qu'il se formait à sa surface une espèce de crême. Bourdon, Pecquet, Barthollin, Leidenfrost, Monro ont décrit sa coagulation qu'ils ont apperçue, soit dans ses vaisseaux, soit autour du canal thorachique brisé. Bohn, Berger et Asch y ont décrit des globules butireux, nageant sur une liqueur aqueuse. Les mêmes auteurs y ont admis une matière caséeuse qui s'en précipite, qu'ils regardaient comme plus terreuse que le reste des principes des humeurs

animales, et dans laquelle ils plaçaient la source des concrétions calculeuses du chyle trouvées dans le réservoir même par Schors, qui les a décrites dans une dissertation particulière, dans le canal thorachique par le Dran et Bohn, et dans les vaisseaux lactés par Goëlik. C'est d'après ces diverses assertions, dues à des hommes éclairés, qu'on a rapproché généralement le chyle du lait, et que l'on a été jusqu'à rechercher et les causes et les différences des maladies dans les matières séreuse, caséeuse et butireuse de cette humeur, comme l'a fait Astruc dans sa pathologie.

8. Bohn et Bartholin ont aussi reconnu une propriété acescente et même un acide tout formé dans le chyle; Birch assure même l'avoir vu rougir la teinture du tournesol, quoique Viridet y ait nié l'existence de cette propriété; Kulmus dit l'y avoir trouvée après l'avoir fait chauffer. On a reconnu que les alimens influaient sur ses caractères et sur ses propriétés. L'indigo, mêlé à la nourriture et reçu dans l'estomac, lui a donné une couleur bleue dans des expériences faites par Mart. Lister, par Musgrave, et confirmées par l'illustre Haller. Elles ont également réussi à Gould et à Fælix, qui les ont variées de diverses manières. Mattei dit avoir vu du chyle rougi par la racine de betterave. Viridet en cite de jauni par le jaune d'œuf. Haller n'a jamais pu reconnaître cependant ni l'une ni l'autre de ces nuances. Plusieurs observateurs parlent du chyle verdâtre chez les animaux qui se nourrissent d'herbe. Menghini s'est convaincu par des expériences que le fer mêlé avec des alimens ne se retrouve pas dans le chyle, ou qu'au moins il n'y est pas sensible par la noix de galle. Mais l'état de phosphate de fer, sous lequel il est vraisemblable qu'il s'introduit dans le chyle, ne lui permet pas de se colorer facilement par ce réactif.

9. Voilà tous les faits rassemblés jusqu'ici sur le chyle et qui se rapportent à ses propriétés chimiques; mais ce n'est-là qu'une esquisse très-imparfaite de ce qu'il serait nécessaire

de savoir sur ses propriétés. On jugera de ce point d'imperfection de la science à cet égard par ce que je vais dire d'essais tentés en dernier lieu dans l'école de médecine de Paris, et dont mon confrère Hallé, qui en est l'auteur, a bien voulu me faire part. On a recueilli du chyle en ouvrant le canal thorachique de plusieurs chiens, cinq ou six heures après leur avoir fait prendre une pâtée de lait, de viande et de mie de pain, à laquelle on avait mêlé des matières colorantes bleues, rouges ou noires. On a lié le canal thorachique dilaté dans la poitrine, et on y faisait une ouverture au-dessous de la ligature. On est parvenu à se procurer par là jusqu'à près de cent grammes de chyle qu'on a fait couler dans des capsules de verre. Dans aucun cas, on ne l'a trouvé teint par les matières colorantes mêlées aux alimens. Très-peu de temps après que cette liqueur a été exposée à l'air, elle s'est coagulée, ou plutôt elle a pris la forme gélatineuse, et a offert une sorte de caillot adhérent par les bords aux parois de la capsule. Il y avait sous cette partie comme gelée une portion liquide qui ne se faisait jour au-dessus que quand le caillot s'est trouvé détaché de ses bords. Le chyle était aussi divisé en deux parties : l'une liquide, de couleur de lait, très-claire ; l'autre solide, d'une seule pièce, dont les parties étaient liées entre elles par une véritable ténacité, semblable à celle de la couenne qui se forme à la surface du sang dans les affections catharrales non inflammatoires. Cette même masse coagulée a la demi-transparence de l'opale : elle est teinte de rose, tant à sa surface que dans son épaisseur et dans la portion exposée à l'air ; cependant cette teinte est plus forte dans le point de contact avec l'air. On la coupe par une section nette avec des ciseaux, et elle n'a aucune ressemblance avec la partie caséeuse du lait.

§. III.

Des excrémens.

10. Les excrémens ne se forment chez l'homme que dans les gros intestins; la masse alimentaire n'en a pas encore le caractère et la fétidité à la fin de l'ileum, et ne commence à la prendre que dans le cæcum. Chez les enfans ils sont plus chyleux, plus moux que dans l'adulte. Leur mollesse et leur liquidité dans celui-ci annonce une digestion faible. Leur trop grande dureté, et leur sécheresse trop forte qui leur fait prendre ordinairement la forme de globules isolés, va quelquefois jusqu'à les retenir long-temps dans les gros intestins, où ils s'accumulent et constituent des amas qui peuvent devenir funestes. Leur forme la plus commune leur est donnée par le sphincter, placé à l'extrémité du rectum; et la structure de cette partie détermine les figures qui distinguent, comme on sait, les différentes espèces d'animaux. L'odeur fétide qui les caractérise dans l'homme et qui est particulière à chaque individu, quoiqu'elle soit cependant plus ou moins analogue dans ceux des mêmes espèces d'animaux, est attribuée, comme leur couleur, à la portion de la bile qui lui est unie, et qu'on regarde comme ayant déja subi avec la matière féculente un commencement de putréfaction. Quand leur couleur est brune, cela dépend du séjour qu'ils ont fait dans les intestins, et cette couleur est communément jointe à une plus grande solidité. Un goût dépravé ou un courage extraordinaire ont appris que la saveur des excrémens est fade ou douceâtre, ou quelquefois même très-fortement acide. Leur poids est entre 128 et 160 grammes dans les adultes; il est plus du double chez ceux qui vivent d'alimens végétaux. On y voit presque toujours des restes reconnaissables et des fragmens de parties solides des alimens, des fibres tendineuses, ligamenteuses, des écorces, des graines entières;

celles-ci, recouvertes de leur tunique, y conservent encore leur propriété de germer.

11. On n'a point encore de véritable travail chimique qu'on puisse compter pour une analyse des excrémens. Les essais ou des observations faites par les médecins sur ces déjections, quelques expériences tentées avec des vues alchimiques qui se sont beaucoup exercées sur cette matière, sont les seuls matériaux, où l'on ne peut puiser même que des notions vagues et incertaines. Homberg a écrit en 1711 quelques phénomènes qu'il a eu occasion de voir en poursuivant avec courage plusieurs tentatives alchimiques par lesquelles il devait parvenir à fixer le mercure; car ces idées et ces espérances régnaient encore dans les premières années du dix-huitième siècle. Roth, Grew, Lémery, Macquer, Barchusen, Brownrigg, Pinelli ont aussi fait quelques expériences sur les excrémens humains, et c'est dans ces sources bien faibles encore que l'on peut puiser seulement quelques notions sur leur nature. Grew a vu les excrémens faire peu d'effervescence avec l'acide nitrique, noircir, et exhaler une émanation odorante, huileuse, inflammable par l'acide sulfurique concentré. Homberg en a retiré, par la distillation au bain-marie, une eau claire qui en faisait les neuf dixièmes, et une huile empyreumatique colorée. Il n'a pu en obtenir une huile blanche qu'après les avoir laissé fermenter, et en mettant l'eau distillée qu'il en avait extraite avec le résidu de ces excrémens ainsi desséchés. Roth dit en avoir obtenu une eau trouble et laiteuse, d'une odeur insupportable, et il remarque que le résidu de cette première distillation était huileux. Lémery a décrit deux espèces d'huile fournie par cette distillation, l'une jaunâtre et l'autre très-empyreumatique; il annonce aussi un sel volatil ou du carbonate ammoniacal faisant un trente-deuxième du poids des excrémens. Brownrigg et Pinelli se rapportent avec Lémery pour admettre du muriate de soude dans le résidu. Barchusen assure

qu'il y a très-peu de sel dans celui des excrémens humains. Leur charbon est très-inflammable ; on sait que c'est avec ce charbon, traité par l'alun, que Homberg a préparé pour la première fois le pyrophore, et qu'il croyait alors que ces matières étaient indispensablement nécessaires à sa production. Macquer a fait remarquer au sujet de la distillation des excrémens, qu'ils ne donnaient pas d'ammoniaque à la première impression du feu, comme le feraient des matières pourries.

12. On a aussi examiné les excrémens de l'homme et de divers animaux par l'eau : à la vérité, cet examen n'a été fait encore qu'avec peu d'exactitude. Plusieurs chimistes, et spécialement Homberg, Roth et Kunrad, ont retiré par ce procédé un sel qu'ils ont dit être nitreux, détonant, cristallisé à six angles, doux et fusible. Quelques-uns ont même parlé de deux sels différens fournis par cette lessive. On a remarqué que les excrémens de vaches, de brebis, de chèvres, donnaient à l'eau un caractère acide. On a sur-tout reconnu cette propriété dans la fiente de pigeon, à laquelle on a même attribué une activité presque caustique dans la végétation, quand on la mêle avec de la terre. On a décrit des vapeurs inflammables dégagées des amas d'excrémens, des latrines, et les explosions qu'elles ont produites ; les gaz fétides qu'elles ont exhalés de ces matières, dont quelques-uns sont dangereux et extrêmement méphitiques ; et le soufre qui se sublime sur les parois, sur les voûtes, et spécialement encore à la surface des pierres qui leur servent de clef. De grandes observations sur des débris d'excrémens longtemps entassés ont appris que les pierres et les plâtras qu'ils enveloppent, et au milieu desquels ils se pourrissent, sont imprégnés de soufre cristallisé ou déposé en poussière. Macquer et Nollet ont fait l'histoire de plats d'argent doré qui avaient séjourné dans des fosses d'aisances, et qui étaient changés en sulfure d'argent.

13. Le citoyen Vauquelin est, à ma connaissance, le seul chimiste moderne qui ait fait quelques derniers essais sur les excrémens. Il s'est convaincu qu'ils sont constamment acides, qu'ils rougissent les couleurs bleues végétales, qu'ils sont sur-tout extrêmement susceptibles de fermenter, qu'ils prennent d'abord par ce mouvement un caractère plus acide que celui qu'ils ont naturellement, que bientôt cependant l'ammoniaque succède à cette acidité et continue jusqu'à la destruction complète de ces matières.

Le même chimiste a fait aussi des recherches assez suivies sur la fiente de pigeon et de poule. La première, fort aigre, fermente dès qu'elle est détrempée dans l'eau. Elle paraît contenir naturellement un acide particulier : cet acide continue à se former par la fermentation qui s'en empare, et il fait place, au bout de quelque temps, à l'ammoniaque, qui se développe abondamment à la fin de ce mouvement spontané.

Quant à la fiente de poule, les expériences auxquelles il l'a soumise avaient pour but de la comparer, dans sa quantité et dans sa nature, aux alimens donnés à cet animal et à la coquille de l'œuf qui se forme, comme on sait, dans la dernière partie du canal que parcourent les excrémens. Voilà pourquoi il a donné les résultats de l'analyse des coquilles d'œuf avant ceux qui sont relatifs à la fiente de poule. Voici le précis de son travail sur ces deux matières comparées.

14. Les coquilles d'œufs pèsent, terme commun, environ 5 grammes. Calcinées au noir, elles perdent environ le 5e. ou 0.2 de leur poids. Après leur calcination, elles donnent, en se dissolvant dans l'acide nitrique, du gaz acide carbonique mêlé de gaz hidrogène sulfuré.

Mille parties de coquilles d'œufs sont composées :

1°. De carbonate de chaux. . . . . 0,896.
2°. De phosphate de chaux. . . . . 0.057.
3°. De gluten animal et humidité. . 0.047.

Les œufs pèsent, terme moyen, environ 58 grammes ; de

là une poule qui aura pondu en six mois 130 œufs, aura produit pendant cet espace de temps 7 kilogrammes et demi environ de matière nécessaire à cette formation.

15. La fiente de poule calcinée a donné 5.2 grammes de résidu, et la fiente de coq n'en a donné que 3 grammes.

Les 5.2 grammes de fiente de poule, brûlés et traités par l'acide nitrique, ont laissé 2.33 de résidu insoluble ; les 3 grammes de fiente de coq en ont laissé 1.06 grammes.

La cendre de fiente de poule, dissoute dans l'acide nitrique et précipitée par l'ammoniaque, a donné 2 grammes de phosphate de chaux, et celle de la fiente de coq en a donné 1.17 gramme.

La liqueur d'où le phosphate de chaux avait été précipité des excrémens de poule, mêlée à la potasse, a donné 0.185 grammes de carbonate de chaux, et celle des excrémens de coq, 0.265 grammes.

Quoiqu'il reste plus de terre calcaire dans les excrémens de poule qui pond que dans ceux du coq, on explique ce fait par la plus grande quantité de nourriture que prennent les poules à cette époque, et à la digestion plus complète de la substance nutritive contenue dans ces alimens.

Les excrémens de poule qui ne pond pas et ceux de coq sont recouverts et mélangés d'une matière blanche, qui ne se retrouve pas au moins en aussi grande quantité dans la poule qui pond. Cette matière blanche est une espèce d'albumine coagulée et séchée à l'air.

Ainsi il paraît que c'est cette substance qui sert à lier les parties calcaires de la coquille de l'œuf, et à lui donner, en quelque sorte, la flexibilité dont elle jouit encore au moment de la ponte.

16. De l'avoine, nourriture de la poule, sujet de cette expérience, a donné par l'incinération 3 centièmes environ de résidu. Cette cendre, mise avec l'acide nitrique, s'est dissoute en partie sans effervescence ; la portion non dissoute faisait

les 0.018 ; la portion dissoute était du phosphate de chaux, et s'élevait à 0.005.

La portion non dissoute par l'acide nitrique était de la silice pure.

De là il suit que l'avoine fournit les 0.031 de cendres ; que cette cendre est composée de 0.393 de phosphate de chaux et 0.607 de silice.

Dans l'espace de dix jours une poule a mangé 484 grammes d'avoine, et a pondu 10 œufs.

Les excrémens qu'elle a rendus pendant ce temps ayant été brûlés, ont fourni 39 grammes de cendres, lesquels ont donné à l'analyse, 1°. 7.7 grammes phosphate de chaux ; 2°. 2.6 grammes carbonate de chaux ; 3°. résidu siliceux, 8.5 grammes.

Il y a eu formation de chaux et d'acide phosphorique dans le corps de la poule ; car, 1°. les excrémens de poule ont fourni 2.6 grammes de carbonate de chaux, et l'avoine n'en a point fourni ; 2°. de plus, la poule a pondu pendant ce temps 4 œufs dont les coquilles pesaient ensemble environ 20 grammes : ce qui forme une somme de 22.6 grammes ; 3°. de même l'avoine n'a donné qu'environ 6 grammes de phosphate de chaux, et les excrémens de poule qui en étaient formés en ont fourni près de 12 grammes.

En comparant la quantité de silice trouvée dans l'avoine et celle des excrémens de poule qui s'en était nourrie, on trouve 9.34 pour l'avoine, et 8 seulement dans les excrémens qui en proviennent : donc il y a déficit de 1.3 grammes.

Doit-on en conclure que c'est cette silice qui a servi à fournir l'excès de chaux ? Pour cela, il faudrait qu'elle absorbât près de cinq fois son poids d'un principe inconnu.

17. Il résulte de ces faits recueillis, et qui sont les seuls qui existent encore dans l'histoire de l'art, qu'il n'y a aucun ensemble, aucun système d'analyse des excrémens, quoiqu'on puisse trouver dans ces recherches une utile application à la

physique animale On voit cependant aujourd'hui que ce genre de travail peut répandre la plus grande lumière sur la digestion des alimens, et qu'il est pressant de l'entreprendre en ce moment, où les moyens sont et plus nombreux et plus certains. Un examen comparé des alimens végétaux ou animaux avant de les donner à un animal, de ces mêmes alimens digérés dans l'estomac et dans les intestins, enfin de ces matières devenues excrémentitielles, soit encore contenues dans les gros intestins, soit au dehors de ce canal, doit conduire à déterminer exactement ce qui arrive dans les changemens opérés par la digestion, combien de matière est absorbée par les vaisseaux chyleux, dans quelle proportion elle sort, et surtout les états divers qu'elle affecte à différentes époques de cette fonction. Tout ici est du rapport de la chimie, et ce qui manque à la physiologie doit lui être fourni par cette science.

§. IV.

Des gaz intestinaux.

18. Le tube intestinal est souvent distendu par des fluides élastiques qui sortent avec ou sans bruit par son extrémité, et qui accompagnent constamment la digestion des alimens. Leur dégagement, qui varie beaucoup en proportion, soit d'après la nature des alimens, soit d'après celle des liqueurs répandues dans le canal, soit d'après l'état même de ses parois, semble tenir à une fermentation de la masse alimentaire, et c'est à ce mouvement qu'on en attribue communément la production. On sait cependant aujourd'hui qu'il peut y avoir dans les alimens des changemens chimiques propres à indiquer des fluides élastiques, sans que ce soit une fermentation, sans que ce soit non plus une véritable effervescence, qui, admise par la secte de Sylvius, aurait pu être regardée

comme la source de ces gaz intestinaux. Il suffit pour concevoir ce dégagement gazeux, qu'on reconnaisse une modification chimique de la masse alimentaire mêlée aux liquides existans dans les intestins; modification analogue, par exemple, à celle que produit l'action de l'acide nitrique, lorsque convertissant ces substances animales en acide oxalique, en matière adipocireuse, en substance jaune amère, il en fond une partie en gaz azote, acide carbonique, acide prussique.

19. De quelque manière que se passe cette formation de gaz, à quelque cause qu'elle soit due, on sait qu'elle a lieu plus souvent et plus abondamment dans le gros intestin que dans le grêle; qu'elle produit quelquefois des distentions considérables; que le colon est spécialement attaqué de ce mal; qu'il est souvent resserré aux deux extrémités de la partie dilatée, dont le volume surpasse alors jusqu'à plusieurs fois celui qu'il a naturellement; que dans les cas les plus ordinaires, la force véritable et péristaltique des intestins réagit sur ces fluides élastiques, et les pousse jusqu'à l'anus par où ils s'échappent. J'ai déja fait remarquer qu'il n'y avait pas une seule digestion pendant laquelle il ne s'en formât et ne s'en dégageât. On a une preuve multipliée que les végétaux farineux, surtout les graines légumineuses, ont, plus spécialement que les autres genres d'alimens, la propriété de produire des fluides élastiques; et c'est pour cela qu'on les nomme des *alimens venteux*. Comme ces matières sont sujettes plus que d'autres à entrer plus facilement et fortement en fermentation, il est évident que c'est par le mouvement spontané qu'elles éprouvent dans les premières voies, que ce dégagement est produit.

20. On ne disait rien autrefois de la nature des fluides élastiques produits par la digestion; on les confondait tous avec de l'air, et c'était la seule assertion sur leurs propriétés intimes qu'on trouvait dans tous les ouvrages de physiologie. On avait cependant insisté sur la fétidité qu'ils ont, et on l'attribuait vaguement à des matières putrides que l'air entraî-

nait avec lui. On avait aussi observé dans quelques circonstances que ce prétendu air était susceptible de s'enflammer, et l'on avait saisi le rapport qui se présentait sous ce point de vue entre cette émanation intestinale et le fluide combustible dégagé des matières fécales en putréfaction dans les fosses latrinaires. Ce n'est que depuis les nouvelles découvertes sur la différence des fluides élastiques, sur les propriétés qui caractérisent chaque espèce en particulier, et sur-tout sur les moyens de les séparer et d'en déterminer la nature, qu'il a été permis de mieux connaître ces corps et de s'assurer qu'ils n'étaient pas de l'air atmosphérique.

21. On a trouvé dans les gaz sortis des intestins du gaz acide carbonique fort abondant, et qui constitue ordinairement la plus grande partie de ceux de ces fluides qui sont sans odeur, du gaz hidrogène carboné et même sulfuré, quoique ce dernier y soit assez rare : ces deux derniers sont plus ou moins fétides, et brûlent avec une flamme bleue à l'approche d'une bougie allumée. On recueille aisément ces gaz au dessus du bain quand le corps est plongé dans l'eau : on a prétendu pendant quelque temps qu'il en sortait aussi par les pores de la peau, et que c'était particulièrement du gaz acide carbonique ; mais cette assertion mérite encore d'être confirmée. On a trouvé par une observation assez multipliée aujourd'hui, que, dans les cas ordinaires, c'était de l'acide carbonique qui se dégageait dans les digestions faciles et promptes, et que les indigestions qui sont accompagnées de troubles et de mouvemens extraordinaires donnaient assez constamment naissance au gaz hidrogène carboné ou sulfuré. Aussi arrive-t-il que lorsqu'on perce d'un coup de trocar un intestin de cheval ou de bœuf, ce qu'on a coutume de faire pour guérir les douleurs violentes que la dilatation leur occasionne, le gaz qui s'en échappe par cette opération s'enflamme subitement à l'approche d'une lumière. On a cru aussi qu'il y avait du gaz azote parmi les fluides élastiques

des intestins ; mais comme il est certain que l'air atmosphérique pénètre cet organe, et qu'il en passe constamment avec le bol alimentaire, il y a lieu de croire qu'il en est de ce gaz azote comme de la portion de gaz oxigène qu'on y trouve en même temps. L'un et l'autre sont dus à la quantité d'air enfermée dans les alimens, avalée avec eux, et dégagée par la chaleur du tube intestinal.

§. V.

Des concrétions ou calculs des intestins.

22. Il se forme quelquefois des concrétions ou des espèces de calculs dans les intestins de l'homme : on a vu leurs parois enduites et recouvertes d'une espèce de croûte assez dure pour avoir été nommée *pierreuse*, et plus souvent des corps qui traversaient lentement leur canal, ou qui y séjournaient longtemps enveloppés ou encroûtés de couches solides ou cristallines. Une balle de fusil, un os, un noyau de fruit, un fragment de bois, des grains de plomb, des calculs de la vésicule du fiel, sont devenus plusieurs fois des centres autour desquels se sont réunies dans les intestins des couches de substance solide. Dans les animaux, ces formations de calculs intestinaux sont encore plus fréquens ; et le cheval est extrêmement sujet à cette espèce de concrétion, qui y prend souvent un volume et un poids considérables. Indépendamment de ces noyaux de calculs étrangers aux intestins, il en existe aussi qui leur sont propres et qui s'y forment sans avoir besoin de ces corps accidentels. Il ne faut pas oublier ici les égagropiles ou les masses de poils liés, aglutinés, feutrés et empâtés de suc intestinal, qui leur donne leur adhérence et leur solidité, ni les calculs stercoraux provenant de matière fécale retenue et condensée dans quelques replis de gros intestins.

23. Ainsi plusieurs matières, et sur-tout la bile, le suc pancréatique, le suc intestinal lui-même, les débris des alimens, peuvent donner naissance à des calculs qui doivent différer les uns des autres par leur couleur, leur tissu, leur densité, leur forme, et sur-tout par leur nature. L'analyse chimique les fait reconnaître facilement les uns des autres; et quoiqu'il n'y ait point encore eu un travail suivi sur cet objet, il n'est pas nécessaire pour savoir déterminer la composition de chaque espèce de ces calculs. J'ai indiqué, dans l'histoire du genre et des espèces de phosphates, celui de magnésie et d'ammoniaque comme formant l'espèce de calcul intestinal du cheval, qu'on nomme, quoiqu'improprement, *hippolyte*. Je ne suis point éloigné de croire que l'humeur pancréatique et le suc intestinal ne soient les principales sources de ces concrétions, lorsqu'elles se forment sur-tout au dessus d'un corps étranger qui leur sert de noyau.

ARTICLE XXIV.

De quelques matières animales abdominales particulières au fœtus.

1. Parmi les particularités de structure et de fonctions qui distinguent le fœtus de l'adulte, il existe trois différences très-remarquables relatives à l'abdomen. Le fœtus contenu dans la matrice est plongé dans un liquide renfermé dans l'amnios, et qu'on connaît sous le même nom que cette membrane; les glandes surrénales, très-développées, contiennent un suc qui en remplit la cavité; enfin, les intestins du fœtus présentent un liquide foncé en couleur, qui tient lieu d'excrémens, et qu'on nomme *meconium*. Ces trois humeurs, qui ont des rap-

ports intimes et immédiats avec la vie du fœtus, puisqu'on ne rencontre rien qui leur ressemble dans l'adulte ni même dans l'enfant quelques jours ou quelques mois après sa naissance, méritent une attention particulière de la part des physiologistes et du médecin ; elles offrent au premier plusieurs problèmes très-importans à résoudre sur la physique animale, et au second des phénomènes utiles à la connaissance de plusieurs maladies : quoique la chimie ait encore fourni peu de lumières sur chacune d'elles, elle donne sur leur nature quelques faits qui ne doivent pas être négligés. Elle peut d'ailleurs conduire à des découvertes dont il serait inconvenant de passer même la possibilité sous silence, et de ne pas indiquer l'importance, pour inviter les physiciens à s'en occuper.

§. Ier.

De la liqueur de l'amnios.

2. L'amnios, seconde membrane propre au fœtus, située dans la matrice au dessous du chorion, beaucoup plus mince que lui, forme une espèce de poche ou de sac bien fermé de toute part, dont la cavité contient le fœtus nageant dans une liqueur particulière. C'est, pour ainsi parler, la coque de l'œuf des vivipares ; elle est fine et transparente ; on n'aperçoit qu'avec peine des vaisseaux sanguins très-peu nombreux et très-fins, qui s'y distribuent. On ne voit non plus que difficilement des vaisseaux lymphatiques, dont il est vraisemblable néanmoins que son tissu est formé, puisqu'elle a d'ailleurs tous les caractères, et puisqu'elle remplit les fonctions d'une membrane séreuse. Il y a lieu de croire que la membrane placée entre le chorion et l'amnios, et qui contient beaucoup de vaisseaux, est la source qui fournit à la secrétion de l'eau de l'amnios. Dans l'endroit où le cordon ombilical venant du placenta, pénètre l'amnios, il ne la perfore point, mais il la pousse en quelque sorte devant lui, et en reçoit un repli

fin, une espèce de gaîne très-mince qui l'accompagne jusqu'au nombril du fœtus, et qui l'abandonne à cette région pour se confondre avec les tégumens de l'abdomen : ainsi la liqueur de l'amnios est contenue et renfermée dans une cavité comprise entre la surface interne de cette membrane et la surface du corps du fœtus ; elle dépose même sur la peau de celui-ci un enduit muqueux ou floconeux, plus ou moins abondant, épais, blanchâtre ou jaunâtre, qu'il apporte en venant au monde, et dont on le débarrasse en le nettoyant ordinairement avec de l'eau ou du vin chaud.

3. La liqueur de l'amnios varie en quantité, non seulement dans les différens individus, source de différences infinies et inappréciables, mais encore d'une manière constante à diverses époques de la grossesse et de l'âge du fœtus. Dans les premiers temps de la grossesse, et relativement au poids de l'embryon, elle est beaucoup plus abondante, et va peu à peu en diminuant jusqu'au terme de l'accouchement. Les femmes en rendent cependant une quantité quelquefois considérable avant d'accoucher, et au moment où l'on dit que les eaux percent ; quelquefois il s'en écoule beaucoup après la sortie de l'enfant. On a prétendu que la liqueur de l'amnios était d'abord épaisse, douce et muqueuse, et qu'elle devenait ensuite limpide et âcre ; mais il est possible qu'on ait pris ici l'effet d'une circonstance morbifique pour l'état naturel, et qu'un pareil changement n'ait lieu que par une altération pathologique. Quelques auteurs ont annoncé dans l'eau de l'amnios une odeur et une couleur semblables à celles de l'urine : il est vrai que plusieurs anatomistes ont prétendu qu'elle provenait de la vessie du fœtus ; mais d'autres y ont vu le produit de sa sueur, de ses crachats, de sa digestion : tandis qu'il est très-naturel de croire qu'elle a la même source que le liquide de toutes les membranes séreuses ; que c'est une exhalation lymphatique, et qu'elle coule par les pores même de la paroi de l'amnios. Aucune partie de la physiologie n'a été le

sujet de plus d'hypothèses et de romans que l'origine et l'usage de ce liquide. Dans le grand nombre de théories pour expliquer l'une et l'autre, à peine trouve-t-on quelques faits sur les propriétés et la nature de l'eau de l'amnios; encore ces faits sont-ils le plus souvent contradictoires.

4. La liqueur de l'amnios est transparente, un peu visqueuse et collante entre les doigts, d'une saveur salée, légèrement douce, au point d'avoir été comparée au petit-lait par quelques auteurs, tandis que d'autres l'avaient dite semblable à de l'urine. Elle est plus lourde que l'eau, et commence par tomber au fond de ce liquide avant de s'y mêler. Cette liqueur verdit le sirop de violettes. Quand on l'expose au feu, elle se coagule, non en masse, mais en formant beaucoup de grumeaux ou de flocons qui se déposent promptement. Les acides et l'alcool produisent le même effet sur la liqueur de l'amnios; ils la coagulent, et y occasionnent un dépôt floconeux. On assure que cette propriété coagulable se perd dans cette liqueur, lorsqu'elle est altérée, lorsqu'elle a pris une âcreté qui va quelquefois au point de corroder les mains des accoucheurs. Les lessives alcalines et l'eau de chaux font aussi un précipité dans cette liqueur, en raison des sels phosphoriques qui y sont tenus en dissolution; l'acide oxalique y prouve la présence du phosphate de chaux. Les nitrates de mercure, de plomb et d'argent précipitent encore la liqueur de l'amnios, et le précipité est un mélange de muriate et de phosphate métalliques. Le tannin y forme aussi un dépôt fauve très-abondant.

5. Quoique les expériences dont je viens d'exposer le résultat d'après les faits recueillis par Haller dans les ouvrages de Berbatus, de Ruysch, de Fanton, de Roëderer, de Mauriceau, de Denys, de Tauvry, de Longfield, etc., ne suffisent pas pour constituer une véritable analyse de la liqueur de l'amnios, elles montrent cependant des caractères très-prononcés de liquide albumineux; elles la rapprochent du liquide qui s'exhale

dans les cavités, et qui appartient aux membranes séreuses : de sorte qu'il est naturel de la comparer, comme l'ont fait les physiologistes les plus exacts, à la liqueur du péricarde, du péritoine et de toutes les membranes lymphatico-séreuses. Elle en suit d'ailleurs les conditions; elle en montre les caractères par sa proportion si variable, et qui est quelquefois telle, qu'elle imite ou constitue même une hydropisie, par les filamens et les flocons qu'elle dépose, et qui adhèrent à la peau, comme cela a lieu souvent entre les membranes séreuses et la surface des viscères qu'elles recouvrent. Cette seule analogie bien marquée doit faire croire qu'il en est de la source de la liqueur de l'amnios, comme de celle qui lubréfie toutes les cavités membraneuses; qu'elle y est fournie par les extrémités artérielles provenant, soit du chorion, soit de la membrane moyenne cellulaire et vasculaire, située entre le chorion et l'amnios.

6. Une analyse de l'eau de l'amnios de la femme, faite dernièrement par les citoyens Vauquelin, et Buniva médecin de Turin, confirme encore les premiers résultats des expériences anciennes. Ils lui ont trouvé une odeur douce et fade, comme spermatique, une saveur salée, une couleur blanche laiteuse, troublée par des flocons caséiformes qui, retenus sur un filtre, ressemblaient à la matière déposée sur les plis de la peau du fœtus. Sa pesanteur égalait 1.004; elle était mousseuse comme une eau de gomme par l'agitation, verdissait le sirop de violettes, et rougissait tout à la fois le tournesol; la potasse en précipitait des flocons gélatiniformes; les acides l'éclaircissaient quand elle était troublée par la fermentation; l'alcool en a séparé une matière qui devenait cassante par la dessiccation comme de l'albumine. La noix de galle y a formé un dépôt brunâtre abondant, comme le fait la gélatine. Chauffée après avoir été filtrée, elle est devenue laiteuse, sans éprouver de coagulation; elle a répandu l'odeur de blanc d'œuf durci; il s'est présenté à sa surface une pellicule qui s'est brisée et

renouvelée ; elle a donné un résidu pesant 0.012 de la liqueur : ce résidu lavé avec l'eau froide a fourni des cubes de muriate de soude et des cristaux de carbonate de soude ; la matière animale a exhalé sur les charbons une odeur fétide ammoniacale, comme de la corne ; elle a laissé très-peu de phosphate de chaux. Renfermée dans une bouteille, elle a fermenté, s'est troublée, en se blanchissant a répandu de l'ammoniaque sans donner ni odeur ni gaz. Les auteurs de cette analyse en ont conclu que l'eau de l'amnios est une dissolution très-peu chargée d'albumine, à l'aide d'un acide léger et volatil contenant du muriate, du carbonate de soude, un peu de gélatine et de phosphate de chaux.

7. Les usages de la liqueur de l'amnios sont manifestement d'entretenir la souplesse des membres du fœtus et de ses enveloppes, d'empêcher l'adhérence entre ces parties, de garantir le fœtus de la compression, de faciliter sa sortie, en dilatant peu à peu le col de la matrice, en ramollissant et lubréfiant les parties par lesquelles il doit passer : l'écoulement de ce liquide annonce ordinairement un accouchement prochain. Quant à l'opinion des physiologistes, qui ajoutent à ces usages généralement reconnus celui de nourrir le fœtus ; quoiqu'on ne puisse pas nier que la liqueur de l'amnios puisse remplir cette fonction, puisqu'elle est le plus souvent douce et albumineuse, il est cependant beaucoup plus vraisemblable que la nature ne l'a point destinée à la nourriture du fœtus, puisqu'il a communément la bouche bien fermée, la base de la langue appliquée fortement contre le voile du palais ; puisqu'il ne peut pas faire de veritable déglutition ; puisqu'il n'est pas prouvé qu'il y ait dans son estomac une liqueur semblable à celle de l'amnios ; puisqu'enfin la petite quantité de méconium contenue dans ses intestins ne répond point à la masse d'alimens qu'il pourrait prendre par cette voie. Les cas de cordon ombilical flétri, ou lié, ou détruit, qui semblent avoir autorisé quelques auteurs à admettre l'opinion de la nourriture

tirée par le fœtus dans la liqueur de l'amnios, ne peuvent pas être favorables à cette opinion, lorsqu'on examine leur inexactitude ; et ceux où le fœtus a péri par le défaut ou les vices de ce cordon, sont beaucoup plus nombreux et plus forts en comparaison. Si, d'après le récit de quelques anatomistes, il se présente quelquefois dans l'estomac du fœtus une liqueur qu'on ne peut méconnaître pour celle de l'amnios, cette circonstance est si rare, et entourée d'ailleurs de tant de difficultés, qu'elle ne doit être regardée que comme un cas extraordinaire, vraiment contre nature, et nullement favorable à l'opinion que je combats.

8. Les citoyens Vauquelin et Buniva, à la suite de leur travail sur l'eau de l'amnios de la femme, ont examiné la matière déposée sur la peau du fœtus, et spécialement sur ses aines, ses aisselles, et son cuir chevelu. Cette substance caséiforme est blanche, brillante, douce sous le doigt, semblable à un savon nouveau ; elle est insoluble dans l'eau, quoiqu'elle fasse mousser ce liquide bouillant. Elle est inattaquable par l'alcool et les huiles. Les alcalis la dissolvent en partie et la convertissent en une espèce de savon ; il reste un peu de mucilage indissous. Mise sur les charbons, elle décrépite et saute comme du sel ; elle se dessèche, noircit, exhale une vapeur empyreumatique huileuse, laisse un charbon abondant, difficile à brûler ; traitée dans un creuset, cette matière, en décrépitant, exsude une huile de tous ses points, se racornit, s'enflamme, et donne un charbon qui se réduit en une cendre effervescente, formée de carbonate de soude et de phosphate de chaux. Cette analyse montre la matière déposée sur la peau du fœtus, et provenant de l'eau de l'amnios, comme une sorte de suif mêlé de mucilage, ou plutôt comme une matière grasse altérée, presque adipocireuse, analogue au gras des cimetières, genre d'altération que le fœtus tout entier contracte souvent après sa mort dans la matrice ou dans les trompes.

9. L'eau de l'amnios des vaches a présenté aux mêmes chi-

mistes des caractères très-différens de ceux de la même liqueur dans la femme. Elle a une couleur rougeâtre, une saveur acide et amère, une odeur d'extrait, une pesanteur égale à 1.098; elle est visqueuse, filante et mousseuse comme une dissolution de gomme; elle rougit le tournesol, précipite abondamment le muriate de barite; l'alcool en sépare des flocons rougeâtres et abondans. Evaporée, elle se couvre d'une écume abondante, remplie de cristaux blancs, brillans et aigres; elle se réduit en une matière épaisse, visqueuse, d'un jaune fauve, analogue au miel. Ce résidu, traité par l'alcool bouillant, dépose de ce dissolvant refroidi un acide cristallisé en aiguilles brillantes, de plusieurs centimètres de longueur, et laisse indissoute une matière extractive colorée, sous la forme poisseuse et gluante, dont on ne sépare bien l'acide qu'avec beaucoup d'alcool bouillant, employé à plusieurs reprises. Ces deux substances principales dont paraît être composée l'eau de l'amnios de vache, et qui la font différer de celle de la femme, ont été examinées avec beaucoup de soin, comme des matières nouvelles et particulières, par les citoyens Vauquelin et Buniva.

10. Pour obtenir l'acide de cette liqueur de la vache, il faut faire réduire cette liqueur par l'évaporation au quart de son volume, et la laisser refroidir. L'acide se cristallise sali par une portion de matière extractive qu'on enlève avec un peu d'eau froide, sans toucher à l'acide. Quand l'eau de l'amnios a donné, par l'évaporation et le refroidissement, tout ce qu'il est possible d'en extraire d'acide concret; si l'on continue à l'évaporer jusqu'à ce qu'elle ait acquis la consistance d'un sirop épais, il s'y forme ensuite de gros cristaux prismatiques transparens, amers, très-solubles, qu'on reconnaît aisément pour du sulfate de soude; il est assez abondant; on l'extrait aussi du résidu entier de la liqueur évaporée à siccité, après l'avoir brûlé, et en lessivant son charbon : il est alors blanc et pur.

L'acide amnique, extrait et purifié par le procédé indiqué,

est blanc, brillant, légèrement aigre, rougissant le tournesol, peu soluble dans l'eau froide, un peu plus soluble dans l'eau bouillante, qui le laisse déposer en cristaux par le refroidissement. Il se boursoufle sur les charbons allumés, noircit, exhale de l'ammoniaque et de l'acide prussique, laisse un charbon assez volumineux. Les alcalis le rendent très-soluble, et il en est précipité en poudre blanche cristalline par les acides. Il ne décompose les carbonates alcalins que par la chaleur; il ne précipite point les sels terreux ni les nitrates de mercure, de plomb et d'argent. Il a quelques rapports avec les acides muqueux ou sachlactique et urique; mais il diffère du premier en ce que celui-ci, insoluble dans l'alcool, ne donne ni ammoniaque, ni acide prussique au feu; du second, parce que ce dernier ne cristallisant pas comme lui, est insoluble dans l'alcool, se colore d'ailleurs à l'air, et devient rouge par l'acide nitrique.

11. Quant à la matière extractiforme colorée qui existe dans l'eau de l'amnios de la vache, elle est, comme l'acide, d'une nature particulière. Voici les caractères que les auteurs de cette analyse y ont reconnus. Elle est d'un rouge brun, d'une saveur saline singulière, d'une odeur forte, analogue à celle de l'urine évaporée, très-soluble dans l'eau qu'elle colore fortement, insoluble dans l'alcool qui la sépare de l'eau. Elle donne à la distillation de l'ammoniaque, une huile empyreumatique et de l'acide prussique, comme une véritable substance animale. Mise sur les charbons allumés, elle se gonfle, se boursoufle beaucoup, répand d'abord une odeur de pain brûlé, ensuite elle exhale celle de l'huile, de l'ammoniaque et enfin de l'acide prussique; elle s'enflamme et laisse un charbon volumineux, facile à incinérer, dont la cendre très-blanche est du phosphate de magnésie; elle donne à l'eau une certaine viscosité mousseuse; elle ne prend point la forme de gelée, et ne s'unit point avec le tannin. L'acide nitrique la décompose, en dégage du gaz azote et du gaz acide carbonique, sans la convertir elle-même en acide. Ses propriétés la font différer de toute autre substance animale.

Ces faits sur l'eau de l'amnios de la vache, en montrant une grande différence entre ce liquide et celui qui existe dans la femme, prouvent combien il est important de multiplier l'examen chimique des matières animales.

§. II.

De la liqueur surrénale.

12. C'est dans l'intention de ne rien oublier que je parle de la liqueur surrénale, plutôt que pour en faire connaître la véritable nature, puisqu'il n'y a presque rien encore de découvert sur cette matière. A peine même est-il bien convenu parmi les anatomistes et les physiologistes, qu'il y ait une liqueur constante qui mérite d'être étudiée sous ce nom. Au moins le savant Haller, après une description très-étendue de l'organe où on la rencontre, doute encore qu'il y ait dans cet organe une véritable humeur qui lui soit propre ; cependant plusieurs hommes de l'art se sont permis de former des hypothèses, et de proposer des théories sur la liqueur surrénale. Gasp. Bartholin y voyait l'organe secrétoire de l'atrabile et le réservoir de cette humeur. Sylvius la regardait comme un suc âcre, qui, mêlé au sang revenant des reins, servait, en le délayant, à le rendre irritant pour les parois de la veine-cave. L'illustre Morgagni soupçonnait que la liqueur surrénale était destinée à remplir le réservoir et le canal thoracique dans le fœtus, dont les intestins ne peuvent point fournir ce liquide. Il est des physiologistes qui y ont placé jusqu'au siége de quelques passions. Tout cela prouve qu'on ne connaît encore en aucune manière les usages de ce suc ; mais comme ils paraissent être importans dans l'économie animale, soit en raison de la constance et de la grandeur des glandes qui le fournissent, soit par son abondance plus grande dans le fœtus

que dans l'adulte, j'ai cru devoir en faire une mention particulière.

13. Les capsules ou glandes surrénales, où cette liqueur est préparée, nommées aussi *capsules atrabilaires*, *reins succenturiaux*, sont placées au-dessus des reins et plus grandes qu'eux dans le fœtus. Ce sont des corps triangulaires alongés, aplatis en devant et en haut, en arrière et en bas, comme échancrés par la face qui pose sur le rein, enveloppés de beaucoup de graisse et de tissu cellulaire, terminés à leurs extrémités amincies par des espèces de cornes penchées au-dedans l'une vers l'autre, recevant beaucoup d'artères et de veines, d'une couleur jaune, brune au-dehors, plus pâle et rougeâtre dans le fœtus, d'un tissu grenu et semblable à celui des glandes conglomérées, partagés en un grand nombre de lobules. Au dedans, les glandes ou capsules surrénales sont d'une couleur plus foncée qu'à l'extérieur; elles sont molles et comme spongieuses. Elles offrent une cavité irrégulière, très-variable par sa grandeur, dont les parois sont souvent très-rapprochées et comme collées par un duvet cellulaire; du fond ou de la paroi inférieure s'élève un prolongement cellulaire semblable à la crête d'un coq, et qui est adhérent aux autres parois par le même tissu cellulaire dont ces parois elles-mêmes sont garnies.

14. Ces organes très-remarquables, que les anatomistes décrivent avec soin en faces, en bords, en angles, entièrement inconnus aux anciens, vus pour la première fois par Eustache, et nommés par lui *glandes rénales*, appelés ensuite *reins succenturiaux* par Casserius qui les croyait utiles à la secrétion de la bile, décrits par Valsalva, Blasius, Morgagni, Harder, Peyer, Fanton, Tison, Perrant, Vallisnieri, Daubenton, dans un grand nombre de mammifères et d'oiseaux, diminuant de grandeur, mais sans jamais disparaître entièrement, dès le moment que le fœtus respire. Il n'y a pas de doute que la distension des poumons, la pression exercée par le diaphragme

abaissé, le changement de forme de la poitrine qui s'agrandit vers le bas, ne soit la première cause, comme la première époque de la diminution de ces glandes. Le thymus se fond et disparaît de même totalement par la dilatation des poumons. On n'a jamais trouvé de canal excréteur dans les capsules surrénales, et il n'est pas exact de croire, avec quelques anatomistes, que les veines placées dans le sillon extérieur de ces capsules soient percées latéralement d'un grand nombre de trous communiquant avec leur cavité intérieure, puisque Haller et le citoyen Sabatier n'ont jamais pu parvenir à trouver ces trous ni cette communication par les injections ; cependant Haller assure que l'air poussé par ces veines dans les mammifères parvient facilement dans leur cavité interne. Ainsi la structure anatomique n'a rien appris encore sur les usages de ces glandes.

15. C'est dans l'espèce de capsule ou cavité intérieure, et sur-tout dans le tissu spongieux et cohérent entre ses parois, que se rencontre la liqueur surrénale. Elle n'est en général qu'en très-petite quantité, constamment plus abondante dans le fœtus et les enfans que chez les adultes, où l'on n'en trouve ordinairement que quelques gouttes, et le plus souvent même qu'un tissu mollasse et légèrement imbibé comme une éponge un peu humide. Cette humeur est rougeâtre dans le fœtus, jaune dans les enfans, et plus ou moins brune dans les adultes. Cette liqueur paraît varier dans sa qualité comme dans sa quantité ; elle a été indiquée par les uns comme douce, par d'autres comme styptique, et par quelques-uns comme insipide. Quelques physiologistes l'ont comparée à du sang, dont Haller l'a dit cependant vraiment différente : ce dernier assure l'avoir vu se coaguler par l'alcool. Aucun chimiste n'a encore fait un examen de ce suc, et c'est plutôt par l'imagination que par l'expérience qu'on lui attribue des caractères différens, suivant l'opinion qu'on se forme de son usage. Comme on ne connaît pas de tube excréteur, il y a lieu de croire que l'humeur sur-

rénale est absorbée par les vaisseaux lymphatiques : au reste, c'est vraiment un problème irrésolu encore, non seulement de sayoir à quel usage elle est destinée, mais même d'en assurer l'existence comme un liquide déterminé et constant, puisque d'ailleurs on n'a point trouvé de cavité aux capsules surrénales dans l'écureuil, l'ours, la brebis, le chien, le renard, le chat, le loir, le rat, le cochon d'inde, etc.

§. III.

Du méconium.

16. Le méconium est une matière noire ou brune, ou d'un brun verdâtre, d'une consistance voisine de celle d'un miel liquide, ou d'un sirop bien cuit, filante et visqueuse, contenue dans les intestins du fœtus qui n'a point respiré, surtout dans les gros, quelquefois en quantité considérable, et existant dans le duodenum et même dans l'estomac, que les enfans rendent ordinairement quelques heures après leur naissance. Ce liquide qu'on a généralement regardé comme le premier excrément formé dans les intestins de l'homme, et dont l'origine est presque toujours rapportée à la bile, est le plus souvent sans odeur et sans saveur ; quelquefois néanmoins il offre une légère fétidité. Bordeu, le seul physiologiste qui ait bien senti tout l'intérêt que pouvait présenter l'examen du méconium, et qui remarque que plusieurs anatomistes l'ont tellement négligé, qu'ils n'en ont pas même parlé dans des ouvrages d'ailleurs très-détaillés et très-bien faits, a donné beaucoup plus d'attention à cet objet que ceux qui l'avaient précédé. Il a inséré, dans son analyse médicinale du sang, un examen du méconium, faite par Bayen et par Deleurye. Ce sera d'après cet article que je ferai connaître ce liquide.

17. Bordeu dit avoir trouvé le méconium ordinairement inodore, et quelquefois d'une odeur désagréable, terreuse,

moisie ; il lui a paru non inflammable, plus muqueux qu'huileux, n'ayant aucun caractère acide ou alcalin dominant, plutôt savonneux, soluble dans l'eau et dans l'alcool, noir dans les gros intestins, et verdâtre dans les autres. Sans s'expliquer davantage sur sa véritable nature et sur son origine, il remarque cependant que le méconium est une matière stercorale qu'on doit regarder comme le premier essai du travail des intestins. Il en conclut que les viscères exercent leur première fonction dès le ventre de la mère. Quoique le fœtus n'ait rien goûté, rien avalé, que ses fonctions animales aient eu à peine le temps d'éclore, suivant ce médecin le tube intestinal a commencé à exercer l'action à laquelle il doit être destiné pendant toute sa vie. On va voir, dans les recherches de Bayen et de Deleurye, une confirmation de cet aperçu, et un résultat qui en rend l'opinion encore plus exacte.

18. D'après l'invitation de Bordeu, Bayen a fait une analyse du méconium, sinon très-étendue, au moins suffisante pour prendre une idée des propriétés générales et de l'origine du méconium. Ce liquide, analysé par Bayen, était de couleur d'olive foncée, de la consistance d'un électuaire, ou d'un mucilage épaissi sans odeur et presque sans saveur ; il teignait le linge en jaune, sans que l'eau froide pût l'enlever, quoiqu'elle prît une couleur jaune. Délayé avec seize fois son poids d'eau qu'elle jaunit fortement, il s'en précipita plus de la moitié d'une matière grossière qui devint brune par la dessiccation. Chauffé dans une cuiller de fer, il se boursoufla, répandit une vapeur d'abord aqueuse, ensuite huileuse, d'une odeur moins désagréable toutefois que celle des autres substances animales ; il ne s'enflamma point, quoique la cuiller fût rouge. Desséché au bain-marie, il perdit plus des $\frac{4}{5}$ de son poids, et offrit une masse brune, opaque, facile à pulvériser, et exhalant une odeur douce, agréable, analogue à celle du lait épaissi ; il était un peu amer. Une petite portion de ce méconium séché, mis en digestion avec dix fois son poids

d'alcool, l'a coloré en jaune foncé ; cette liqueur évaporée a laissé le dixième de son poids d'une matière jaune de safran, transparente, amère, en tout semblable à celle qu'on extrait de la bile par le même réactif. Le résidu de méconium non dissous par l'alcool était noir, quoique susceptible de donner à l'eau une couleur jaune. La plus grande portion du méconium desséché, chauffée dans une petite cornue de verre, a donné la moitié de son poids d'eau, le douzième environ d'huile, du carbonate d'ammoniaque, et un fluide élastique, que Bayen regardait alors comme de l'air. Il est resté un charbon faisant le sixième de la masse, qui offrit encore de l'ammoniaque par le grillage, s'incinéra à sa surface, en se durcissant dans son centre, après avoir été tenu rouge pendant cinq à six minutes, comme le fait tout charbon d'une matière animale. Un plus long grillage le rendit friable, quoiqu'il restât noir ; il avait perdu un peu moins que la moitié de son poids, et faisait effervescence avec l'acide nitrique. Bayen a conclu de ces expériences que le méconium était un véritable excrément, mais un excrément lâiteux, déja mêlé de bile, comme l'étaient ceux des adultes.

19. Bordeu donne ensuite quelques observations de Deleurye sur le méconium ; elles sont jusqu'à un certain point opposées à celles de Bayen, puisqu'elles annoncent une odeur fétide, soit dans ce liquide chauffé seul, soit dans ce suc chauffé avec de l'eau. Le même accoucheur remarque que dans plusieurs des enfans morts en naissant, et qui lui avaient fourni le méconium, il a trouvé la vésicule du fiel contenant un liquide tirant plus sur le rouge que sur la couleur de la bile ; dans des fœtus morts avant d'avoir respiré, il n'a pas trouvé de liquide dans l'estomac, mais seulement un enduit gluant, rougeâtre, ainsi que celui des intestins grêles ; un enduit blanc et épais dans le cœcum ; un enduit plus épais encore, mais brun et semblable au méconium dans le colon, sur-tout en approchant du rectum. La face interne du colon,

suivant cet accoucheur, était tachée de la nuance brune du méconium, et très-difficile à nettoyer; le rectum était plein de méconium visqueux, difficile à enlever, et il conservait opiniâtrément la couleur de ce liquide excrémentitiel.

20. Ces faits suffisent à Bordeu pour regarder le méconium comme la partie la plus pure de la bile, accumulée dans le foie, noircissant à mesure qu'elle perd de l'eau, jaunissant toutes les membranes auxquelles elle adhère, envoyant des émanations particulières dans les parties environnantes, mêlée des humeurs muqueuse, stomachique et pancréatique, formant une colonne de matière sur laquelle se moulent les intestins qui en prennent leur forme. Il cite un enfant mort à la suite d'un vomissement de méconium qu'il n'avait pas rendu par l'anus, et dans lequel on trouva la partie gauche du colon rétrécie comme une corde. Il est naturel de penser, suivant lui, que quelques-unes des émanations du méconium passent aux veines lactées, et de là dans le sang; il y entrerait même la semence de la coloration du sang originairement développée dans le foie, ainsi qu'une certaine analogie entre cette matière colorante et l'humeur noirâtre des reins succenturiaux. Il essaie de suivre cette partie colorante du méconium dans les révolutions des âges, jusque dans la vieillesse, sur-tout dans les tempéramens bilieux; il la voit formant la couleur du sang abdominal; il la compare et la retrouve dans l'atrabile ou la mélancolie des anciens, niée en vain par les modernes; il en énonce la cachexie dans le mélœna ou la maladie noire, dans la jaunisse des enfans nouveaux nés, souvent portée jusqu'à l'ictère noir; dans le tissu muqueux des nègres qui viennent blancs au monde, et ne noircissent qu'avec le temps; il la croit même admise dans les cheveux noirs qu'elle colore, dans l'œil dont elle teint la sclérotique de son pigmentum foncé, de son éthiops animal. Je ne dois pas poursuivre plus loin ces vues ingénieuses sans doute, mais trop éloignées de la route expérimentale, et

trop voisines des assertions hasardées de la théorie médicale, pour mériter la confiance des chimistes. C'est à de nouvelles recherches qu'il faut s'en rapporter pour savoir ce que ces énoncés peuvent avoir de réel ; l'objet est digne de tout le zèle et de tous les soins des physiologistes qui, connaissant l'utilité de la chimie, se trouvent dans des circonstances favorables au succès de ces utiles travaux.

ARTICLE XXV.

De l'urine.

1. L'urine de l'homme est une des matières animales qui ont été les plus examinées par les chimistes, dont l'examen a fourni en même temps, et le plus de découvertes singulières à la chimie, et le plus d'applications utiles pour la physique animale, ainsi que pour l'art de guérir. Ce liquide, qui n'inspire au commun des hommes que le mépris ou le dégoût, qui est généralement rangé dans l'ordre des matières viles et rebutantes, est devenu, entre les mains des chimistes, une source de découvertes importantes, et c'est un de ces objets dans l'histoire duquel on trouve la plus singulière disparate entre les idées qu'on s'en forme communément dans le monde, et les notions précieuses que son étude fournit au physiologiste, au médecin, au philosophe. Les faits nombreux et importans que son histoire renferme, et la nécessité de les présenter d'une manière méthodique, m'engagent à partager cet article en dix paragraphes. Le premier aura pour objet l'histoire naturelle ou la formation de l'urine ; le second, la connaissance des propriétés physiques qui caractérisent ce liquide ; le troisième, l'exposé des découvertes principales auxquelles il

a donné naissance ; le quatrième, l'examen de ses propriétés chimiques ; le cinquième, celui des divers matériaux qu'on en extrait par l'analyse, et qui le constituent par leur dissolution simultanée dans l'eau ; dans le sixième, je considérerai en particulier une substance urinaire qui n'appartient qu'à ce liquide, et qui lui donne ses véritables propriétés caractéristiques ; dans le septième, je décrirai les variétés que l'urine présente dans diverses circonstances de la vie humaine ; dans le huitième, celle qu'elle offre dans les divers animaux ; enfin le neuvième paragraphe sera consacré à faire connaître l'influence que la découverte des matériaux de l'urine doit avoir sur les progrès de la physique de l'homme, et le dixième à annoncer les usages assez nombreux auxquels l'urine est employée, soit dans la médecine, soit dans les arts.

§. Ier.

Histoire naturelle ou formation de l'urine.

2. Les reins, les artères et les veines rénales ou émulgentes qui s'y distribuent, les urétères qui en partent, la vessie dans laquelle ceux-ci s'ouvrent, et qui se termine par le canal de l'urètre : voilà tout l'appareil qui est employé par la nature pour séparer et évacuer l'urine hors du corps humain. Les reins, enveloppés d'une graisse très-abondante, et situés au dehors du péritoine, dans la partie postérieure de la cavité abdominale, composés d'un tissu charnu très-dense, grenu quand on le déchire, et formé lui-même d'une grande quantité de vaisseaux repliés, reçoivent une abondante masse de sang provenant immédiatement de l'artère aorte, et jouissant encore d'une vîtesse considérable, quoique les artères rénales ou émulgentes en partent à angle droit, situation qui en ralentit le cours. On croit communément que l'urine sort immédiatement du sang, et que l'eau qui en constitue la plus grande partie était toute

formée dans ce dernier liquide. Il serait cependant possible que cette eau se formât dans l'organe secrétoire même, aux dépens de la décomposition du sang; mais il faut des observations et des expériences faites exprès et dans un ordre relatif à ces recherches, pour décider cette importante question. Les anatomistes décrivent trois substances différentes dans le tissu des reins, l'extérieure ou la corticale la plus mince, la plus dense et la plus colorée, la moyenne ou la tubuleuse, et l'intérieure ou la mamelonée. La première sépare l'urine; les deux autres la conduisent dans huit à douze cali es ou entonnoirs qui reçoivent l'extrémité des mamelons ou des papilles, et qui s'ouvrent dans une cavité membraneuse nommée *bassinet.*

3. Cette poche ou ce bassinet membraneux, placé dans l'échancrure de chaque rein, sous les vaisseaux, et appuyé sur la couche interne et postérieure de ces viscères, reçoit peu à peu l'urine coulant des mamelons dans les calices, et amenée par ceux-ci. A mesure qu'elle arrive dans le bassinet formé par une membrane dense, elle descend par un canal étendu obliquement de chaque côté depuis les reins jusqu'à la vessie, et traversant la partie postérieure du bas-ventre, le fond du bassin pour venir s'ouvrir dans la région inférieure et postérieure de la vessie urinaire. Ce double canal qu'on nomme *urétère*, gros comme une plume médiocre, comme aplati, est formé par une seule membrane très-dure, peu susceptible de dilatation dans l'état sain, ni musculeuse, ni irritable, jouant le rôle d'un simple tube, ou d'une longue tige d'entonnoir, dans laquelle les urines ne séjournent jamais. Dans les cas rares, où il n'y a qu'un rein situé sur le milieu de la colonne épinière, on trouve le plus souvent deux urétères : ce qui prouve que ce sont deux reins rapprochés et confondus dans leur substance; quelquefois il existe trois reins, et alors il en part trois urétères.

4. La vessie, située derrière le pubis, dans le petit bassin, peu saillante après l'enfance au-dessus de ces os, d'une forme presque conique tronquée, ayant sa base vers le bas, est com-

posée de deux membranes principales; la musculeuse, assez forte et irrégulière dans la direction de ses fibres, qui se condensent et s'accumulent sur-tout vers le bas; l'autre, cellulaire ou villeuse, repliée en dedans, quelquefois même y formant des espèces de colonnes saillantes et des cavités ou petites poches particulières. La vessie est liée dans sa place par un tissu cellulaire très-abondant, condensé en ligamens vers le devant, le haut et le derrière; elle offre, vers le sacrum, une partie enfoncée qu'on nomme son *bas-fond;* elle montre dans son intérieur, entre les deux ouvertures obliques des urétères et la naissance de l'urètre, un repli triangulaire saillant nommé *trigone*, et un tubercule ou une sorte de *luette* vers l'orifice urétral; elle est plus élevée dans le fœtus, et elle porte vers le haut un canal nommé *ouraque;* elle est élargie en forme de baril dans les femmes grosses, et détachée alors du péritoine qui en recouvre ordinairement le fond; elle reçoit l'urine qui y est versée continuellement par les urétères, en petits filets non interrompus, mais intermittens pour sa quantité et sa vîtesse. La capacité de la vessie est de plusieurs litres, et varie beaucoup. L'urètre ou le canal qui termine la vessie, qui sort au dehors et forme une partie de la verge chez les hommes, ouvert au haut du vagin chez les femmes, au-dessus du clitoris et entre les nymphes, donne passage à l'urine, et l'évacue au dehors.

5. Quand l'urine a séjourné quelque temps dans la vessie qu'elle a distendue, et sur-tout quand elle est assez abondante, elle irrite les fibres de cet organe, fait naître un besoin vif et fort par la pression que la volonté exerce sur les parois de la vessie; elle s'évacue avec une célérité et un jet plus ou moins rapides, suivant l'âcreté et la quantité de l'urine, suivant la sensibilité de la vessie et l'énergie de ses fibres: une trop grande distension lui fait souvent perdre de son ressort, et c'est pour cela qu'il est toujours dangereux de résister au besoin d'uriner, et de ne pas se satisfaire aussitôt qu'on le ressent. Quand l'urine passe par le canal de l'urètre et sort en jet continu, elle

excite souvent une sensation plus ou moins irritante et chaude, quelquefois même âcre et brûlante, quand elle est trop chargée de principes, et communément quand on a bu trop de liqueurs spiritueuses, ou quand on a fait un trop violent exercice. La moindre irritation morbifique dans le canal de l'urètre le rend aussi excessivement sensible, et change en douleur l'évacuation de l'urine, qui, dans l'état naturel et la parfaite santé, n'est accompagnée d'aucune sensation particulière et s'échappe presque sans qu'on s'aperçoive de son passage par le canal.

6. On distingue deux et même trois espèces d'urine, suivant les temps où elle est rendue : l'une est nommée urine de la boisson ou urine crue ; l'autre, urine de la digestion ou du chyle ; la troisième, urine du sang.

La première porte le nom d'urine de la boisson, parce qu'elle coule presqu'immédiatement après le repas. Ce n'est même pas une véritable urine ; elle n'en a le plus communément ni l'odeur, ni la couleur, ni la pesanteur ; elle ne contient que très-peu de chose en dissolution, et ce n'est pas cette liqueur qu'il faut examiner pour connaître la nature de l'urine ; elle sort quelquefois en quantité considérable.

On appelle urine de la digestion ou du chyle celle que l'on rend deux ou trois heures après le repas, et qui se distingue par une couleur plus forte que la première, ainsi que par l'odeur et même par la saveur des alimens ou des boissons que l'on a pris : ce n'est pas encore là de l'urine parfaite, ou celle que l'on doit choisir pour la soumettre aux expériences propres à faire connaître les véritables principes de ce liquide excrémentitiel.

7. Il sort, sept à huit heures après le repas, et sur-tout le matin après un sommeil de plusieurs heures pris à la suite du souper, une urine colorée, âcre, sapide, fort odorante, non pas avec le caractère des alimens dont on a fait usage, mais d'une odeur particulière et qui lui est propre ; en un mot, une urine bien constituée, avec toutes les propriétés qui lui appartiennent. Les circonstances de la digestion, la nature des

alimens n'influent pas sensiblement ou influent beaucoup moins sur celle-ci : c'est pour cela qu'on l'a nommée urine du sang. En choisissant cette véritable urine chez un sujet adulte, sain et vigoureux, en l'examinant au moment même où elle vient d'être rendue, et sur-tout sans attendre, ou qu'elle ait perdu de ses principes, ou qu'elle ait éprouvé l'altération spontanée dont elle est si susceptible, comme je le ferai voir plus bas, on y trouve tous les caractères qui distinguent ce genre de liqueur excrémentitielle : c'est aussi cette urine de la coction, cette urine perfectionnée par la nature, qui séjourne le moins long-temps dans la vessie, dont le besoin de l'évacuer se fait sentir avec le plus d'énergie, et qu'on ne peut retenir sans un danger beaucoup plus grand que les deux précédentes.

8. La grande quantité d'urine qui sort souvent très-peu d'instans après le besoin ; la rapidité avec laquelle un corps odorant qui ne frappe que la peau ou le poumon est transmis dans ce liquide, ont fait douter qu'il vînt toujours par les voies de la circulation, et croire qu'il y a une autre route pour la transmission des liquides. On a imaginé que de l'eau imprégnée de diverses substances pouvait filtrer jusque dans la vessie sans traverser les reins ; et quoiqu'on n'ait trouvé aucun canal autre que les urétères, qui s'ouvre dans les réservoirs, plusieurs physiologistes en ont supposé l'existence, ou ont cru que les vaisseaux lymphatiques en remplissaient les fonctions. Quoi qu'il en soit, il est certain qu'il existe une réciprocité, une correspondance d'action, une sympathie d'effets très-remarquable, entre la peau et la vessie ou les reins, ou plus exactement entre la transpiration et l'urine ; que quand la première est très-abondante, la seconde diminue ; que lorsque la transpiration s'arrête, l'écoulement de l'urine augmente, et qu'il semble y avoir un refoulement entre l'une et l'autre de ces humeurs. Il y a d'ailleurs des circonstances où la matière de la transpiration présente assez sensiblement les propriétés de

l'urine, quoique dans un degré bien inférieur, pour qu'il soit impossible de méconnaître une analogie frappante entre ces deux excrétions. Les plus habiles physiologistes modernes expliquent simplement cette réciprocité d'événemens entre la sortie de la transpiration et celle de l'urine, par la réplétion générale du système vasculaire, qui, de proche en proche, se communique facilement et assez promptement.

9. On est aussi fondé à reconnaître une sympathie entre l'estomac et les organes destinés à la secrétion de l'urine : une foule de substances alimentaires et de boissons transmettent de l'intérieur de l'estomac où elles sont reçues, des propriétés plus ou moins sensibles à l'urine, quelques minutes seulement après y avoir été introduites. Ce phénomène est sur-tout extrêmement prononcé chez les personnes délicates et sensibles, où la digestion est souvent pénible et faible : on reconnaît par l'odeur de leurs urines la nature et le caractère de l'aliment qu'elles viennent de prendre. Ce n'est pas seulement par rapport aux matières très-odorantes par elles-mêmes, comme l'ail, les porreaux, les oignons, les asperges, les aromates, les baumes, les parfums, mais encore par rapport à celles qui n'ont qu'une odeur très-légère, quelquefois même à peine sensible. J'ai observé, comme Macquer l'avait indiqué, chez les femmes hystériques et chez les hommes hypocondriaques, leur urine rendue immédiatement après le repas, ayant l'odeur du pain, du bouillon, de la viande qu'ils avaient pris. Il ne paraît pas nécessaire, pour expliquer ce phénomène, d'admettre des vaisseaux qui communiquent de l'estomac aux reins ou même à la vessie, et dont l'existence est rejetée par les anatomistes les plus habiles et les plus exacts. Le système lymphatique est propre à remplir cette fonction, qu'on ne doit pas attribuer à un appareil organique particulier.

10. Il en est de même du rapport ou de la réaction qui existe entre l'évacuation de l'urine et les fonctions intestinales. On observe souvent que des liquides abondans qui distendent pen-

dant quelque temps le tube des intestins, passent par les urines, et en procurent un écoulement considérable, et réciproquement que la matière urinaire arrêtée dans ses couloirs, et ne pouvant sortir par l'urètre, se fait jour à travers les intestins, où elle est évacuée sous la forme de diarrhée séreuse. Les lavemens injectés par l'anus passent très-souvent dans la vessie : les vaisseaux absorbans qui existent en grande quantité dans tous ces organes, établissent une prompte et facile communication entre eux. On voit encore la même chose par rapport à la cavité abdominale, où est amassée l'eau des hydropisies : souvent ce liquide est évacué par l'urètre, et il n'y a pas lieu de croire qu'il ait passé par les reins : comme il est quelquefois conduit par les vaisseaux absorbans dans le canal intestinal, rien ne s'oppose à ce qu'il en soit de même dans la vessie, qui reçoit aussi à sa surface beaucoup de ces vaisseaux.

§. II.

Propriétés physiques de l'urine.

11. On vient de voir qu'il peut s'écouler, et qu'il s'écoule en effet souvent par l'urètre un liquide qui n'a point les véritables caractères de l'urine, quoiqu'on donne constamment ce nom à tout liquide sorti par cette voie ; que ce n'est que plusieurs heures, sept à huit après le repas, que l'on évacue la véritable urine ; que les autres liqueurs ou ne jouissent pas de ses propriétés, ou ne les présentent que dans un degré très-faible. Ainsi ce n'est que l'urine dont la sortie suit la digestion complète des alimens et le mélange du chyle avec le sang, qu'il faut examiner pour en connaître les caractères. Il faut choisir celle rendue par un adulte sain, le matin à son réveil ; elle a, dans ce cas, toutes les propriétés qui lui appartiennent. Les urines de la boisson ou du repas sont, comme celles des maladies ou des accès hystériques, celles qui accom-

pagnent la tristesse, la peur, les passions tristes en général, des espèces d'exceptions, des modifications de ce liquide plus ou moins éloignées de l'état naturel, et qui offrent des résultats plus ou moins différens.

12. La quantité de l'urine, comme on doit le concevoir d'après ce que j'ai déja dit sur sa formation, varie dans des termes presque infinis : aussi les philosophes ont-ils été très-embarrassés pour la déterminer. Haller, en faisant un des paragraphes de la physiologie sur cette mesure, commence par dire qu'on ne peut point la définir dans un homme sain ; elle suit singulièrement la quantité de la transpiration, avec laquelle elle est presque exactement en raison inverse ; elle surpasse trois fois la transpiration dans les mois froids et humides ; et dans les temps chauds et secs, elle est moins abondante qu'elle. Dans les saisons moyennes, sa qualité égale celle de l'humeur évacuée par la peau : elle est en général plus abondante chez les vieillards, dont la peau est plus dense et perd moins ; dans la jeunesse, la transpiration est à l'urine : : 1340 : 1000 ; et dans la vieillesse, au contraire, elle est : : 967.1000. Dans le lit, le rapport de l'urine à la transpiration est : : 4 : 3. Tel est le résultat des expériences et des calculs de Robinson, admis avec confiance par Haller.

La proportion de la boisson influe beaucoup sur celle de l'urine, comme on le voit chez les malades et chez ceux qui prennent les eaux. Dodart l'estimait en quantité égale à celle des liqueurs bues. Cheyne ne l'estimait que pour les trois quarts. En comparant les recherches de Sanctorius, de Keil, de Robinson, de Gorter, de Rye, de Home, de Dodart, de Linings, de Cheyne, Haller donne, pour les quantités variées d'urine rendue en vingt-quatre heures, les sommes de 28, 31, 36, 38, 40, 44, 50, et même 64 onces, quantités dont le terme moyen est 49. On ne peut rien établir d'exact sur ces résultats, et ils prouvent que rien n'est plus variable que la proportion de l'urine.

13. Quoiqu'on puisse jusqu'à un certain point admettre la même variation dans toutes les propriétés physiques de ce liquide, on reconnaît cependant plus de constance et de stabilité dans la plupart d'entre elles. La couleur de l'urine est un de ses caractères les plus prononcés et les plus certains; aucune autre liqueur animale n'en présente une semblable, et elle lui est exclusivement donnée par la nature. Ce jaune citroné, qui varie en intensité jusqu'à l'orangé foncé, est dû à une matière particulière, dont la proportion relative à l'eau produit toutes les nuances possibles que l'on connaît. Bellini, qui s'est beaucoup occupé de l'urine en médecine, avait entrevu cette vérité sur la coloration; il avait dit que les urines ne différaient dans leurs teintes les plus éloignées, depuis la plus pâle jusqu'à la plus colorée, que par la quantité d'eau : en sorte que, suivant l'observation de Boerhaave, qui n'est qu'une conséquence ou une suite de l'opinion de Bellini, on peut, avec l'urine la plus colorée, fabriquer soi-même toutes les urines intermédiaires, jusqu'à la plus pâle, et imiter ainsi le procédé de la nature; il suffit pour cela d'y ajouter des quantités d'eau différentes. Il faut remarquer cependant que le jaune citron ou légèrement orangé, joint à la transparence et à la limpidité parfaites, qui annoncent une liquidité très-homogène dans toutes les parties, est la véritable nuance carcatéristique et naturelle de l'urine d'un homme sain. Je ne parle point ici des couleurs variées que l'urine affecte dans quelques circonstances pathologiques, de l'urine rouge et inflammatoire, de l'urine safranée, de l'urine noire des affections mélancoliques, de l'urine verte des ictériques, de l'urine bleue, vue dans quelques stranguries. Ces diverses colorations sont éloignées de l'état sain.

14. L'odeur de l'urine est aussi une propriété qui n'appartient qu'à elle, et qui n'a pas encore assez fixé l'attention des physiologistes. Au moment où elle vient d'être rendue, l'urine encore chaude a une odeur véritablement aromatique, qui n'a

rien de fétide, ni d'ammoniacal, ni d'acide, qui ne ressemble qu'à elle-même, et si bien caractérisée qu'aucune autre matière naturelle ne peut être confondue avec elle : celle qui s'en rapproche le plus est l'odeur de la violette ; mais celle de l'urine est plus forte, plus piquante, plus exaltée ; jamais elle n'est alcaline ou ammoniacale que lorsque l'urine a subi un commencement d'altération : ainsi quand on caractérise l'ammoniaque par l'expression d'odeur urineuse, cela ne doit s'entendre que de l'urine déja putrifiée. Il est très-remarquable que l'odeur qui imite le plus celle de l'urine fraîche, saine et chaude, est l'arome de la transpiration, qui passe à l'état de sueur chez les hommes sains ; on la trouve aussi dans la sueur du cheval fortement exercé. On verra par la suite que cela tient à la présence d'une matière particulière à l'urine, et qui existe quelquefois, peut-être même toujours, mais seulement en petite quantité, dans l'humeur de la transpiration de la sueur.

15. L'urine, en sortant de la vessie, a une température égale à celle de l'intérieur du corps, et qui a de 29 à 32 degrés, suivant l'échelle thermométrique marquant 80 ou 85 degrés pour l'ébullition : cela fait 36 $\frac{1}{4}$ au thermomètre centigrade. Elle exhale dans l'air une partie d'eau odorante, tant qu'elle conserve sa chaleur : cette eau est en fumée véritable, quand l'air de l'atmosphère est à 5 degrés + o, et humide ; elle n'est sensible que par son odeur, quand l'atmosphère excède 10 degrés + o. On assure que, dans quelques maladies, l'urine a une température plus élevée ; ce qui est difficile à croire, d'après les lois connues de l'économie animale ; il est de même presque impossible qu'elle soit au-dessous. A mesure qu'elle perd cette élévation de température, elle perd en même proportion son odeur aromatique. Quelquefois elle se trouble par le seul refroidissement, soit par sa propre nature très-chargée, comme dans les crises des maladies, soit dans l'hiver, où elle se refroidit beaucoup, soit dans l'été après un violent orage.

On verra par la suite quelle est la cause de cette précipitation.

16. La liquidité de l'urine, quoique voisine au premier aspect de celle de l'eau, présente cependant, quand on la considère avec attention, une différence sensible. On reconnaît bientôt une adhérence un peu plus grande entre ses molécules qu'entre celles du liquide aqueux; mais elle est beaucoup moins forte que celle qui existe dans le serum du sang, la salive, et sur-tout la bile, qui est toujours filante. Quelque faible qu'elle soit dans un état naturel et sain, on voit au moins qu'elle est très-disposée à devenir promptement et facilement plus grande, et pour le plus léger changement qui arrive dans cette humeur, soit du côté de sa propre composition, soit par rapport à la vessie, dans laquelle elle s'amasse et séjourne. Chez les enfans, elle est muqueuse et légèrement filante. Dans toutes les maladies où les sujets dépérissent, et spécialement chez les phthisiques, elle devient mucilagineuse et gluante. Dans les affections calculeuses, et toutes les fois que la vessie est irritée, l'urine prend un caractère si visqueux, qu'on la voit remplie de glaires et de filamens demi-concrets. Les divers degrés de consistance et de viscosité qu'elle acquiert souvent par des causes légères, dépendent d'un mucilage gélatineux dont la proportion est susceptible d'un grand nombre de variétés, mais qui y est toujours contenu, comme je le ferai voir dans les paragraphes suivans.

17. La pesanteur spécifique de l'urine est aussi une propriété variable. Il y a quelques physiologistes qui par erreur l'ont dite plus légère que l'eau; elle est constamment plus pesante, mais son accroissement de densité a quelque chose de singulier, quand on sait qu'elle contient une assez grande quantité de matières en dissolution. On est porté à conclure, d'après cette seule propriété, que les matériaux qui la constituent sont eux-mêmes des corps assez légers; on verra par la suite ce qu'il y a de réel dans cet aperçu. Silberling,

dans son Traité de la pesanteur spécifique des humeurs animales, estime celle de l'urine par rapport à l'eau : : 271 ; 261 ; Hamberger, : : $399\frac{1}{2}$: 388 ; Davies, : : 1080 : 1000. Bryan-Robinson assure que dans le moyen âge sa pesanteur est à celle de l'eau, : : 10300 : 10000, et chez les vieillards : : 10218 : 10000 ; Muschenbroeck en donne le rapport = 1030, l'eau donnant 1016. Brisson, dans sa Table des pesanteurs spécifiques des corps, la trouve de 10106. On a observé que lorsque la densité ou la pesanteur spécifique de ce liquide excrémentitiel augmentait et se soutenait quelque temps dans son augmentation, c'était un signe dangereux pour la santé de ceux chez lesquels il se présentait.

18. La saveur de l'urine est piquante, salée, un peu âcre, et légèrement amère. Comme cette propriété varie dans une foule de cas relatifs à l'état des maladies, les anatomistes et les médecins y ont vu des acrimonies variées, et ils les ont décrites comme signes ou caractères pathologiques. L'acrimonie salée ou marine, la plus fréquente de toutes, qu'on trouve constamment dans ce liquide, a été attribuée à la présence du muriate de soude : c'est à cette espèce d'âcreté que paraît être dû le sentiment de la soif, excitée par l'urine employée comme boisson, soit dans une pressante nécessité, soit comme remède. Holwell, dans l'étroite prison du Bengale où il était enfermé, a éprouvé un grand soulagement dans la sueur qu'il avalait, à cause de la soif qui le tourmentait cruellement, et il lui était impossible de boire de l'urine. Ce qui a fait admettre sur-tout cette acrimonie salée, c'est que les premiers chimistes qui ont examiné les sels de l'urine, Van-Helmont, Henckel, Tackenius, Boyle, Bohnius, Neumann et Spielman, ont trouvé le muriate de soude constamment dans ce liquide, et l'ont regardé comme le principe salin le plus abondant de l'urine.

19. L'acrimonie alcaline de l'urine ; c'est-à-dire la circonstance où l'urine est alcaline, n'a jamais lieu dans l'état

sain. Elle ne se rencontre que dans les cas où l'urine est déja altérée dans ses couloirs, ainsi qu'elle le fait hors du corps. Mais comme en effet elle est extrêmement disposée à la contracter, il arrive assez souvent qu'elle la montre dans les maladies, sur-tout dans celles où elle séjourne pendant un temps plus ou moins long dans la vessie. En quelques heures, cette alcalescence se développe dans l'urine ; alors elle verdit les couleurs bleues végétales, et va même jusqu'à faire effervescence avec les acides. C'est ainsi qu'elle est utile dans la foulerie, qu'elle enlève facilement le suin graisseux de la toison des moutons, et qu'elle devient ensuite mousseuse dans l'eau. Mais il ne faut pas confondre cette acrimonie acquise, à laquelle l'urine est à la vérité très-disposée, avec son état naturel, qui ne présente rien de semblable.

20. Quant à l'acrimonie acide, c'est elle qu'il serait le plus utile et le plus vrai d'admettre, puisque l'urine saine est naturellement aigre. Il est vrai que cette aigreur est si légère qu'on a de la peine à s'en apercevoir, même quand on goutte de l'urine avec beaucoup d'attention. On a décrit cependant l'odeur aigre de l'urine : Vieussens et Mariotte ont dit que l'urine rougissait plusieurs couleurs bleues végétales ; que cette acidité se perdait par le laps de temps, et qu'elle repassait à l'état ammoniacal. On verra par la suite la cause de ce changement, qui est exact. Plusieurs physiologistes ont voulu que l'urine ne fût ni acide ni alcaline, et c'est l'opinion que Haller a soutenue : il attribuait l'acidité de l'urine, qui en effet est assez peu sensible pour ne rougir que les couleurs bleues végétales les plus délicates, aux boissons dont on se sert et notamment au vin du Rhin ; mais l'urine est acide chez les sujets qui ne boivent pas de vin, en sorte qu'il est impossible d'en conclure que son acidité est due à cette liqueur, et qu'on peut dire que l'acrimonie naturelle de l'urine est acide.

§. III.

Esquisse historique des découvertes chimiques faites sur l'urine.

21. J'ai dit que l'urine avait été un sujet de nombreuses et importantes recherches, qu'elle avait fourni aux chimistes l'occasion de beaucoup de découvertes. Je vais faire connaître ici les principales époques de ces découvertes, et les hommes à qui elles sont dues. Je ne parlerai pas cependant des auteurs qui ne s'en sont occupés que sous le rapport médical, parce que ce genre de travail, utile à l'art lorsque l'observation sévère et exacte y a présidé, en a terni l'éclat par les hypothèses dont on l'a surchargé : on l'a déshonoré par les absurdes prétentions des uroscopes et de l'uromancie; parce que d'ailleurs il y a bien loin de la simple observation des qualités extérieures de l'urine aux expériences chimiques par lesquelles on a recherché sa composition. Je ferai d'abord remarquer que les anciens n'avaient aucune notion des moyens d'interroger la nature sur cette composition, et qu'ainsi ils n'ont rien dit ni presque rien entrevu sur les principes constituans de l'urine, et sur leurs analogies avec l'état du corps qui la fournit.

22. Van-Helmont a donné, dans son Traité *de Lithiasi*, publié en 1643, un grand nombre de vues et de détails sur l'urine, qu'il paraît avoir examinée par plusieurs procédés divers. Il y admettait certains principes particuliers; il la croyait sur-tout très-différente de toutes les autres matières animales; il y voyait un esprit ardent et volatil, plusieurs matières salines singulières. Mais son ouvrage, plein d'idées et d'opinions étranges, et dans lequel on pourrait trouver le germe de beaucoup de découvertes faites depuis, par une supposition à la vérité gratuite, ou par des applications forcées, est

écrit avec tant d'obscurité, avec des mots si barbares, des expressions et des tournures de phrases si extraordinaires, qu'il est impossible d'attribuer à ce médecin toutes les connaissances et presque les divinations qu'on lui a prêtées. A travers une foule de suppositions et de choses extravagantes qui composent ce fameux traité, quelques éclairs brillans sortent du nuage, et prouvent que Van-Helmont avait sur l'urine humaine plus de lumières que tous ceux qui l'avaient précédé. Mais ces traits lumineux, enfouis sous une masse de nuages et d'extravagances, ont échappé à son siècle; et d'ailleurs il n'a décrit aucune expérience ni même indiqué aucun fait positif pour appuyer ses conceptions vraiment inouies, comme il aimait à les dénommer lui-même.

23. C'est à Boyle, vers la fin du dix-septième siècle, que remontent seulement les premiers essais chimiques faits sur l'urine de l'homme. La découverte du phosphore, faite en 1667 par Brandt, de Hambourg, qui travaillait sur l'urine dans des vues alchimiques; les travaux de Kunckel, qui parvint à le préparer avec le résidu de cette liqueur animale évaporée, donnèrent, à ce qu'il paraît, à Boyle l'envie de faire un examen suivi de ce liquide, et il déposa en 1680 à la société royale de Londres un petit morceau de phosphore qu'il avait extrait. Il communiqua son procédé à Godfreid-Hankwits, pharmacien de Londres, qui pendant plusieurs années s'occupa de cette préparation primitivement urinaire, et vendit pendant plus de vingt ans du phosphore à tous les physiciens de l'Europe. On voit que c'est à la découverte de ce corps combustible, nommé long-temps *phosphore d'urine*, qu'est due la première suite des travaux chimiques entrepris sur cette liqueur. Car je ne compte presque pas parmi ces travaux l'emploi de l'urine pour différens procédés de dégraissage des laines, et pour l'extraction du carbonate d'ammoniaque huileux, qui a joué si long-temps, sous le nom de *sel volatil*, un grand rôle parmi les médicamens

dus aux préparations chimiques, comme dans la théorie de la médecine active et alexipharmaque qui régnait alors en Europe.

24. Après cette découverte du phosphore de l'urine, plus de soixante ans se sont passés sans qu'on ait ajouté quelque chose au moins d'important ou de saillant à la connaissance chimique de cette liqueur. On ne s'est occupé que de la manière de la traiter pour en obtenir le phosphore, sans rien faire pour en déterminer les principes. Ainsi la publication successive des procédés de Krafft, de Brandt, de Homberg, de Teichmeyer, de Fréd. Hoffman, de Niéwentuit, de Wédélius, et de beaucoup d'autres encore, pour extraire le phosphore; le mémoire de Hellot, donné en 1737, parmi ceux de l'académie, pour faire réussir cette opération, longue, dégoûtante, difficile, n'ont rien ou presque rien appris sur l'urine, si ce n'est que c'était une liqueur très-saline, dont toute la substance n'était pas propre à former le phosphore, qui n'en contenait qu'une très-petite quantité, et dont on avait beaucoup de peine à l'extraire.

25. A la même époque, ou peu avant l'époque du travail de Boyle, Laurent Bellini de Florence, et professeur de médecine à Pise, a considéré les propriétés de l'urine appliquées à la médecine, et lié les faits chimiques qu'il connaissait aux phénomènes de l'économie animale, avec une sagacité et une simplicité très-remarquables. Après avoir décrit l'effet de l'évaporation par le feu sur ce liquide, sa couleur brunie, sa consistance presque solide, son âcreté forte et piquante, il a fait voir qu'en lui rendant l'eau qu'elle avait perdue, cette masse s'y redissolvait, et repassait à mesure qu'on ajoutait ce liquide par les divers états de couleur, de limpidité et de saveur de moins en moins forte, jusqu'à ce que contenant toute l'eau évaporée, elle fut revenue à son premier état. Par ce moyen d'analyse, aussi simple qu'ingénieux, il est arrivé à conclure que l'urine, composée d'eau,

de sels et de terre, ne différait dans sa nuance, sa saveur, sa fluidité, que par la proportion d'eau et de ses matières fixes, et que telle était la cause primitive de toutes les propriétés diverses qu'elle présentait dans les différens cas où on l'observait. Mais il ne connaissait aucun des principes particuliers de cette liqueur animale; et le cas que faisait alors de son ouvrage Bohnius, professeur de Leipsick, auteur d'un des premiers ouvrages de chimie philosophique, prouve le peu de progrès que cette science avait faits encore sur l'analyse animale. On peut en dire autant de Thom. Willis, qui dès 1666 avait cependant employé beaucoup de connaissances chimiques de son temps à la physiologie et à l'art de guérir.

26. Boerhaave a donné, dans ses Élémens de chimie, neuf procédés sur les propriétés et l'analyse de l'urine : c'est celui des médecins-chimistes du commencement du dix-huitième siècle, qui a le plus ajouté aux premiers essais de Boyle sur ce liquide excrémentitiel; car Sthal n'est remarquable dans cette partie de l'histoire de la science que par la singulière obstination avec laquelle il a soutenu que c'était le sel marin contenu dans l'urine qui donnait le phosphore, et que l'acide muriatique était à ce corps combustible ce que le sulfurique était au soufre; erreur que plusieurs écrivains lui ont reprochée avec raison, et qui fait une tache dans ses ouvrages, si recommandables d'ailleurs par la clarté et la méthode qui y règnent. Dans ses neuf procédés, Boerhaave essayait de prouver que l'urine n'était ni acide ni alcaline, qu'elle ne donnait pas d'alcool, mais un principe fétide analogue à celui de la sueur, et une huile pourrie; qu'elle ne contenait rien de chyleux, de nutritif, de coagulable par le feu, mais seulement des matières âcres, putrides, atténuées, et dangereuses pour la santé; qu'après l'huile horriblement fétide qui en sortait par la distillation, il restait un charbon d'où l'on pouvait tirer du muriate de soude et point de sel fixe; que

l'alcali fixe et la chaux en dégageaient une matière âcre, une espèce de vapeur dangereuse par son action sur nos corps; que l'urique contenait un sel âcre atténué, particulier, dont il n'a pas connu la nature, ainsi qu'une matière brune, déliquescente, qui, pourrie dans des vaisseaux fermés, devenait ammoniacale et donnait ensuite beaucoup d'alcali volatil; que c'était la plus putrescible de toutes les liqueurs animales, quoiqu'elle ne contînt rien de corrompu en sortant immédiatement du corps; qu'il s'en séparait pendant sa putréfaction une croûte calculeuse, à la formation de laquelle l'alcali volatil ne s'opposait pas. Dans tous ces détails, dont je n'expose ici qu'un précis très-rapide, on reconnaît que Boerhaave, sans connaître exactement les véritables matériaux de l'urine, a cependant beaucoup mieux étudié ce liquide excrémentitiel qu'on ne l'avait fait avant lui, et qu'il l'a considéré avec justesse comme destiné à évacuer hors du corps humain les matériaux putrescibles formés par le mouvement de la circulation et de la vie.

27. En 1743, Margraff, célèbre chimiste de Berlin, occupé de recherches sur les moyens de rendre la préparation du phosphore plus facile et plus sûre qu'elle ne l'était encore dans le procédé publié par Hellot en 1737, analysa l'urine humaine avec un nouveau soin : il trouva qu'un seul des sels contenus dans cette liqueur donnait du phosphore, c'était le phosphate d'ammoniaque; qu'un autre qui y était souvent mêlé n'en fournissait pas, c'était le phosphate de soude; qu'on retirait celui-ci du résidu de la distillation du phosphore d'urine en le lessivant; que le muriate de soude ne donnait jamais de phosphore, malgré l'assertion de Stahl. Il découvrit qu'en distillant l'extrait d'urine calciné avec du muriate de plomb, on en obtenait du phosphore; et comme les travaux successifs de Schlosser, de Haupt et de Klaproth sur les sels fusibles de l'urine, y ont fait reconnaître les deux phosphates, on voit que Margraff, sans connaître celui de soude, avait

trouvé le moyen de le décomposer par le muriate de plomb. On retrouve encore ici l'influence que les recherches relatives à l'extraction du phosphore ont eues constamment sur l'analyse de l'urine, et combien elles ont contribué à en faire déterminer les matériaux salins.

28. C'est dans le même ordre d'expériences sur les sels urinaires et sur la nature des phosphates qu'il faut ranger la belle dissertation de Pott sur le *sel fusible* de l'urine, ou *sel microcosmique*, publiée en 1757; les dissertations de Haupt, de Schlosser, de Schockwitz, de Proust, de Bergman sur les différentes substances salines qu'il renferme; les tentatives de Chaulnes sur la purification de ce sel; enfin, le travail beaucoup plus complet et beaucoup plus important sur l'analyse de l'urine par Rouelle le cadet. Cet habile analyste, dont j'ai déja eu l'occasion de parler tant de fois, donna, en novembre 1773, dans le Journal de Médecine, des observations précieuses sur l'analyse des urines de l'homme, de vache et de cheval comparées. Il annonça le premier une matière savonneuse, cristallisable, déliquescente, dissoluble dans l'alcool, donnant plus de moitié de son poids d'alcali volatil par la distillation. Il indiqua la grande différence chimique existant entre l'urine de la boisson et celle de la digestion, celle qui distingue l'urine putréfiée de l'urine fraîche: il découvrit que les urines de vache et de cheval, sans sels phosphoriques, contenaient une matière savonneuse comme celle de l'homme, de la craie qui s'en sépare par le repos et le refroidissement, et de l'acide benzoïque. Il a de plus énoncé les sels divers et différens qui existent dans chacune de ces urines, et l'art de les séparer les uns des autres; il a trouvé le sulfate de soude dans l'urine humaine, et le sulfate de chaux dans celle de cheval.

En juillet 1776 il a consigné dans le même journal des expériences très-bien faites sur les phosphates d'ammoniaque et de soude, qu'il nommait, le premier, *sel fusible* à base

d'alcali volatil; le second sel fusible à base de soude, et il a décrit les moyens de les séparer et de les reconnaître, ainsi que plusieurs phénomènes remarquables de leur purification, et leurs propriétés spécifiques.

Enfin, en avril 1777, il a inséré au Journal de médecine des observations sur l'urine de chameau, dans laquelle il n'a pas trouvé le sel ammoniac dont on a tant parlé, et qu'on a dit être extrait en Egypte par l'action du feu. Ces trois dissertations sont précieuses par leur clarté, et par les procédés qu'elles contiennent; elles ont beaucoup contribué à faire connaître la nature et la composition des différentes urines, comparées les unes aux autres.

29. Schéele, dans son travail sur le calcul de la vessie humaine, fait en 1776, a publié sur l'urine quatre découvertes qui doivent être regardées comme formant une des époques les plus notables de son analyse. La première, c'est la présence du phosphate de chaux, que, jusqu'à lui, on avait regardé comme une terre; la seconde est relative à l'état acidule de ce sel, qu'il a prouvé être tenu en dissolution dans l'urine par l'acide phosphorique; la troisième est celle d'un acide particulier peu dissoluble, constamment contenu dans ce liquide excrémentitiel, et qui est la matière la plus fréquente des calculs urinaires, quoiqu'elle ne soit pas la seule, comme cet habile chimiste le croyait. Je rapporte enfin la quatrième découverte de Schéele à la présence très-fréquente de l'acide benzoïque dans l'urine humaine, sur-tout dans celle des enfans. On verra plus bas que toutes ces découvertes, sur-tout les trois premières, ont une grande influence sur la connaissance de la composition de l'urine, et quel parti on peut en tirer, soit pour en bien concevoir les altérations spontanées, soit pour expliquer les phénomènes qu'elle présente dans la production de plusieurs maladies des voies urinaires. Le citoyen Berthollet, après avoir vérifié l'existence du phosphate de chaux acidule dans l'urine de l'homme, a

fait une observation très-précieuse sur ce sel : c'est qu'il n'existe pas ou presque pas, et que l'urine n'est point acide immédiatement avant l'invasion d'un accès de goutte et pendant qu'il a lieu, tandis qu'il reparaît avec l'acidité naturelle de ce liquide à la fin de cet accès.

30. Parmi les derniers travaux qui ont été faits sur l'urine, il faut distinguer ceux qui sont dus à M. Cruickshanck, et qu'on trouve énoncés dans le traité sur le diabetès sucré, publié en 1797 en Angleterre, par M. Rollo. M. Cruickshanck, dans une exposition rapide de la nature et des caractères chimiques de l'urine, a plus insisté que tous les auteurs précédens sur la matière particulière qui caractérise ce liquide, et que Rouelle avait connue sous le nom de *matière savonneuse*. Le chimiste anglais a découvert une des propriétés les plus singulières de cette substance, celle de se précipiter en cristaux de l'urine concentrée par le moyen de l'acide nitrique. On verra plus bas que dans la suite assez considérable de résultats nouveaux que nous ont présentés au citoyen Vauquelin et à moi, les nombreuses recherches sur l'urine entreprises depuis plusieurs années, nous avons reconnu, bien avant le chimiste anglais cité, cette propriété extrêmement caractéristique de cette substance ; nous l'avons d'ailleurs examinée par un grand nombre de moyens chimiques : soumise à beaucoup d'expériences et de combinaisons, elle est devenue pour nous le sujet de découvertes remarquables sur les propriétés de l'urine, et d'applications assez importantes à la physique animale. On va voir encore que ces mêmes recherches sur l'urine humaine nous ont permis d'y découvrir quelques substances salines qui n'y étaient pas connues avant nous, et sur-tout de déterminer les changemens extraordinaires qu'éprouvent plusieurs des matériaux de l'urine pendant l'altération fermentative dont elle est si promptement et si facilement susceptible. Ces changemens bien appréciés nous ont aussi conduits à connaître ce qui a lieu dans la

formation de quelques-uns des calculs urinaires, comme à nous éclairer sur la nature de ces calculs et sur les moyens de les attaquer dans la vessie.

§. IV.

Exposé des propriétés chimiques de l'urine humaine, et de son analyse.

31. Dans la série déja considérable des expériences qui ont été faites sur l'urine humaine, on a presque épuisé tous les moyens que la chimie présente pour en déterminer la nature et en reconnaître les principes. L'action de diverses températures, l'évaporation poussée plus ou moins loin, le refroidissement succédant à l'évaporation, la congélation, la distillation au bain-marie, celle faite par la cornue, ont fourni beaucoup de procédés utiles. L'exposition à l'air, l'altération spontanée, la fermentation, l'évaporation lente ont été employées avec un égal succès. Le mélange d'un grand nombre de réactifs, l'action de l'eau, des acides, des bases terreuses et alcalines, des sels, des métaux et des dissolutions métalliques, ont encore donné des lumières sur les propriétés chimiques de l'urine et sur ses composans. Enfin on l'a mise en contact avec diverses substances végétales, sur-tout les matières colorantes, l'alcool, le tannin, et même on a poussé ce genre de recherches jusqu'à l'essayer par diverses substances animales. Comme aucun des effets qu'elle présente dans ces divers traitemens n'est indifférent pour prendre connaissance de ses propriétés, je donnerai ici le résultat de tous les phénomènes qu'ils ont fait découvrir.

32. Quand on chauffe l'urine récente dans des vaisseaux ouverts à une chaleur douce et sans la faire bouillir, il se dégage de l'eau avec une odeur urineuse non fétide; la liqueur se fonce en couleur et devient d'un rouge ardent; bientôt elle se

trouble et dépose une poussière blanchâtre ou un peu colorée, avec quelques flocons coagulés analogues à de l'albumine. L'odeur, d'abord aromatique, se change promptement en odeur ammoniacale, quoiqu'on ne pousse pas la chaleur jusqu'à l'ébullition ; cette odeur ammoniacale a en même temps quelque chose d'âcre et de piquant. L'urine, qui rougit constamment le tournesol dans son état naturel, ne le rougit plus à cette époque, et bleuit au contraire le papier rougi par un acide ; preuve qu'elle contient alors un excès d'ammoniaque, qui s'y est formée par l'action du feu. Par les progrès de cette opération, qu'on peut pousser jusqu'à différens degrés de consistance, et même jusqu'à siccité, l'urine passe du rouge au brun ; et quand elle est comme un sirop clair on la porte ensuite dans un lieu frais et tranquille ; il se forme une grande quantité de cristaux bruns ou sales qu'on a nommés *sel fusible*, *sel microscomique*, *sel natif d'urine*. On décante la liqueur de dessus, on l'évapore de nouveau dans une étuve ou en la mettant, l'été et par un temps sec et chaud, dans des vaisseaux plats, et on en obtient ainsi plusieurs fois de suite de nouvelles levées de cristaux, qui, purifiés par l'alcool, dissous dans l'eau légèrement chaude, et mis en cristallisation successive, se séparent en muriate de soude, phosphate ammoniacal et phosphate de soude : la dernière eau-mère, très-colorée, très-déliquescente, très-épaisse, contient une matière particulière dont je vais bientôt parler.

33. Ainsi, par l'évaporation ménagée, on sépare de l'urine humaine un peu d'albumine coagulée, un précipité pulvérulent composé de phosphate de chaux et d'acide urique, du muriate et du phosphate de soude, du phosphate d'ammoniaque, et une substance particulière qui reste dans la dernière eau-mère, qui prend une forme sèche quand on pousse l'évaporation à siccité, qu'on a regardée à tort comme un extrait savonneux, et qui jouit de propriétés très-remar-

quables. En même temps que cette séparation a lieu, il se forme de l'ammoniaque et du carbonate d'ammoniaque dans l'urine ; elle cesse d'être acide ; elle répand une mauvaise odeur ; elle brunit, devient épaisse, et change sensiblement de nature. En faisant cette évaporation doucement, on peut séparer le précipité pulvérulent sur une toile serrée, qu'on place au fond du vase et qu'on enlève de temps en temps ; on peut aussi obtenir en particulier du muriate de soude, dont on voit les cristaux se former à la surface de la liqueur, et qu'il est aisé d'enlever avec une écumoire. Rouelle se servait de ce moyen pour avoir plus purs et moins mélangés de sel commun les cristaux de sel fusible.

34. Comme le principal but de cette évaporation de l'urine était l'obtention de son sel natif, je placerai ici les principales observations de Rouelle le jeune sur cet objet. Ce chimiste évaporait de l'urine putréfiée en sirop clair ; il la passait toute chaude à travers une double toile, qui retenait ce qu'il nommait *sélénite* de l'urine, ou le phosphate de chaux et l'acide urique mêlés de sel marin, qu'il lavait avec un peu d'eau chaude. Il ajoutait à l'urine évaporée, soit immédiatement, soit après une première levée de cristaux de sel fusible, du carbonate d'ammoniaque pour saturer l'acide phosphorique qui était mis à nu par la chaleur, et qui faisait une vive effervescence. Dans le cas d'une forte putréfaction, Rouelle avait observé que le muriate de soude cristallisait d'abord suivant lui, parce que le sel fusible perdait alors une plus grande partie de son alcali volatil. Cependant il annonce ensuite que dans les dernières levées de cristaux de phosphates alcalins ou du sel fusible, il y a du sel marin qui cristallise abondamment et qui rend ce sel bien impur. Il préférait à l'évaporation au feu celle due à l'air dans la belle saison. Dans celle-ci, le muriate de soude se séparait mieux du phosphate, suivant lui. Il suivait le même procédé pour avoir les dernières portions de

sel des eaux-mères : trois ou quatre ans d'évaporation spontanée ont à peine suffi pour les épuiser de ce sel. Il évaporait aussi l'urine jusqu'à l'épaissir plus qu'un sirop ; il la passait sur une toile, il lavait le sel marin resté sur le tissu, ajoutait ce lavage à la matière, qu'il alongeait aussi d'eau pour l'empêcher de cristalliser et pour la rendre plus liquide qu'un sirop ; il y mettait du carbonate d'ammoniaque, il la faisait évaporer de nouveau au feu, et en l'exposant ensuite à l'air il en obtenait abondamment du sel fusible. Il recommandait aussi la précaution de ne livrer cette liqueur épaissie au feu à l'évaporation spontanée que dans la belle saison, de la renfermer l'hiver dans des vaisseaux bien bouchés, pour l'empêcher d'absorber l'humidité.

35. La purification du sel fusible ou natif, formé des phosphates d'ammoniaque de soude et de muriate de soude, était aussi autrefois une des principales opérations qu'on faisait sur l'urine. Elle a beaucoup occupé Margraff en 1743, Pott en 1757, Schlosser en 1760, Haupt en 1740, Chaulnes en 1773, et Rouelle le jeune en 1776. Je vais exposer les observations de ce dernier, qui contiennent ce qu'il y a de plus important et de plus utile à savoir à cet égard. Cet habile chimiste, regardant, avec tous les auteurs qui l'avaient précédé, le phosphore d'ammoniaque comme le véritable sel fusible, parce qu'il savait bien qu'il n'y avait que lui qui donnait du phosphore dans sa distillation avec le charbon, commence par observer que ce sel, extrait de l'urine par les procédés indiqués, est fort sale et mêlé de matière brune, qu'il nomme *savonneuse*, de muriate de soude, et d'un autre sel donnant des cristaux volumineux et efflorescens : c'est le phosphate de soude qu'on avait pris avant lui pour du sulfate de soude. En faisant dissoudre ce sel fusible impur, et composé, comme on voit, de quatre substances différentes, dans cinq ou six parties d'eau légèrement chaude, on filtre au papier ou à la chausse ; en évaporant cette dissolution il se dégage d'abord de

l'ammoniaque et du sel fusible entier, qui s'attache en points blancs et en croûte à la partie vide de la bassine et jusques sur le fourneau qui la soutient. Rouelle attribue à l'eau et à l'ammoniaque cet enlèvement de phosphate d'ammoniaque, qu'il assure être privé de son alcali volatil, puisqu'il fait, suivant lui, effervescence, soit avec la liqueur qui en contient un excès, soit avec une dissolution de carbonate d'ammoniaque qu'on y applique avec une paille. On n'évapore pas la liqueur jusqu'à pellicule; on en obtient ensuite par le refroidissement, et sur-tout par l'évaporation spontanée à l'air, le phosphate d'ammoniaque qui cristallise le premier; au-dessus de lui se placent des cristaux plus gros de phosphate de soude, reconnaissables par leur volume, par leur forme de prismes tétraèdres comprimés, leur efflorescence, le verre opaque qu'ils donnent au feu. Rouelle recommande d'ajouter de l'ammoniaque à la liqueur évaporée, ou, pendant qu'elle s'évapore, de la saturer froide de cet alcali et même d'en mettre en excès, afin de n'avoir point à craindre la consistance visqueuse que donne l'acide phosphorique à nu, et qui s'oppose à la cristallisation du sel.

36. Tout ce qui vient d'être dit de l'évaporation de l'urine au feu appartient presque exclusivement aux moyens et aux procédés propres à en extraire les sels. Je vais considérer actuellement cette opération sous un nouveau point de vue, et comme propre à conduire à d'autres résultats sur l'analyse de l'urine. Dans notre travail sur cette liqueur nous avons trouvé, le citoyen Vauquelin et moi, que lorsqu'on l'évaporait à un feu doux jusqu'à ce qu'elle eût acquis la consistance d'un sirop très-épais, elle se prenait toute entière par le refroidissement en une masse cristalline, grenue ou lamelleuse, d'une couleur brune foncée, d'une saveur et d'une odeur piquantes et fortes : cette masse ne ressemblait pas à du miel ou à du caramel, comme l'annonçait Rouelle. Excepté la portion de carbonate d'ammoniaque dégagé avec l'eau pen-

dant les progrès de l'évaporation : car nous nous sommes assurés en faisant cette évaporation au bain-marie dans des vaisseaux fermés, qu'il ne se volatilisait qu'un pareil produit; cette masse cristalline nous représentait tous les matériaux de l'urine sous une forme concentrée ; nous avons donc cherché les moyens d'analyser cet extrait d'urine et d'en séparer les différens matériaux constituans. L'alcool nous a servi pour cette espèce d'analyse ; il a dissous presque toute la matière urinaire à l'aide d'une douce chaleur ; il n'est resté d'indissous qu'un peu de poudre grise, cristalline, grenue, salée, que l'eau froide a presque totalement dissoute : la portion non dissoute par l'eau était du phosphate de chaux et de l'acide urique; une lessive de potasse a séparé ce dernier d'avec le sel terreux. L'eau tenait en dissolution des muriates de soude et de potasse, des phosphates d'ammoniaque et de soude. L'ensemble de ces matières salines échappées à l'action de l'alcool ne fait que quelques millièmes du poids primitif de l'urine ; tandis que la substance dissoute dans l'alcool répond à plusieurs centièmes de cette liqueur, et l'emporte de beaucoup par sa quantité sur celle des matières salines prises ensemble. Cette substance, déja annoncée dans l'eau-mère de l'urine qui a fourni le sel fusible, est donc la plus abondante et la plus importante ; c'est elle qui lui donne ses principaux caractères, et qui sera examinée en particulier dans un des paragraphes de cet article.

37. Voilà donc une méthode d'analyse qui peut servir pour séparer les différens matériaux de l'urine et pour en déterminer même les proportions. Elle ressemble à celle qu'on pratique sur les eaux minérales ; elle n'exige qu'une évaporation ménagée, un refroidissement prompt, et un traitement successif de toute la masse cristalline qu'elle donne par l'alcool, de la portion non dissoute par l'eau et par la lessive d'alcali caustique, ainsi que l'évaporation graduée de la dissolution alcoolique et de la dissolution aqueuse. A la

vérité, la première de ces dissolutions ne contient pas la matière urinaire colorante, odorante, etc., seule, mais toujours unie à du muriate d'ammoniaque, à du muriate de soude, et à de l'acide benzoïque en petite quantité; mais on retrouve ces derniers corps, et on peut déterminer même assez exactement leur proportion par de nouveaux moyens d'analyse que je ferai connaître.

J'ai dit que si on évaporait l'urine dans des vaisseaux fermés et à la chaleur du bain-marie, on pouvait l'obtenir de même en consistance épaisse et cristallisable. Je dois ajouter que la première eau qui passe n'a que peu d'odeur; qu'à mesure que l'urine se colore, s'épaissit, se condense et perd de son eau, elle éprouve dans sa matière constituante une altération qui en convertit une partie en carbonate d'ammoniaque: c'est pour cela que la dernière eau obtenue est chargée de carbonate d'ammoniaque et fait une vive effervescence avec tous les acides. La quantité d'eau qu'on peut obtenir de la distillation de l'urine au bain-marie, poussée jusqu'à la réduire à l'état sec et à la consistance d'extrait solide, varie un peu suivant l'espèce d'urine, quoiqu'elle soit toujours très-considérable. Willis l'estimait aux $\frac{6}{7}$ de l'urine; Boerhaave aux $\frac{19}{20}$; Hoffmann, Heyde, Barchusen aux $\frac{23}{24}$; Langrish aux $\frac{31}{32}$, et Schlosser aux $\frac{24}{25}$. Les anciens chimistes croyaient qu'elle entraînait avec elle une huile atténuée: on n'y trouve que du carbonate d'ammoniaque, quoiqu'elle ait la propriété de se colorer en rose et en fauve lorsqu'on y verse des acides, qui y excitent une vive effervescence.

38. La distillation de l'urine épaissie en extrait, ou du *sapa* d'urine à la cornue, a beaucoup occupé les chimistes: c'était presque la seule opération qu'ils eussent faite autrefois sur ce liquide. Elle fournissait des produits très-importans, très-estimés alors, et qui ont eu une grande vogue comme médicamens. Quand on distille l'extrait d'urine dans une cornue de grès à une feu gradué, on obtient une eau

trouble, très-fétide, chargée de carbonate d'ammoniaque, qu'on nommait autrefois *esprit d'urine*. Boerhaave avait remarqué que lorsque l'urine était pourrie, cet esprit passait avant l'eau. Verheyen, Verduc et Drelincout ont estimé la proportion de ce produit entre $\frac{1}{40}$ et $\frac{1}{50}$ de l'urine.

Il lui succède bientôt du carbonate d'ammoniaque solide et cristallisé, qu'on désignait autrefois par le nom de *sel volatil*. On a remarqué depuis long-temps que l'urine est la matière animale qui fournit le plus de ce sel. Sa proportion varie entre $\frac{1}{20}$ et $\frac{1}{96}$ du poids de l'urine, suivant les différens auteurs qui en ont parlé. Il est souvent sali par un peu d'huile; on peut le rectifier par la sublimation à un feu très-doux.

Il passe en même temps, et sur-tout après ce sel, une huile jaune, rouge et noire, concrète à la fin, d'une odeur fortement fétide; on en a trouvé la proportion entre $\frac{1}{54}$ et $\frac{1}{480}$ du poids de l'urine, suivant les expériences de Langrish. On peut la rendre très-liquide et très-claire par la rectification. On obtient aussi un peu de phosphore par le dernier coup de feu donné à l'extrait d'urine.

Il se dégage aussi pendant cette distillation une petite proportion de fluide élastique, composée de gaz acide carbonique, de gaz hidrogène carboné, qui a fait dire faussement que l'urine contenait moins d'air que les autres matières animales.

Il reste après la séparation de tous les produits volatils un charbon estimé de $\frac{1}{50}$ à $\frac{1}{87}$ du poids de l'urine par Langrish, et qui contient du sel marin sans alcali fixe, suivant Van-Helmont, Boerhaave et le dernier auteur cité. Les nouvelles découvertes ont ajouté à ces détails, dont quelques-uns sont déja anciens, qu'il passe pendant la distillation de l'extrait d'urine, une portion légère de prussiate d'ammoniaque; que l'huile est ammoniacale et verdit le sirop de violettes; qu'il y a une partie de muriate d'ammoniaque sublimée à la fin de l'opération, et que le charbon, contient outre le muriate de

soude, du phosphate de soude et de chaux, et quelquefois un peu de fer.

39. L'urine abandonnée à elle-même dans un vase de verre perd d'abord son odeur en se refroidissant. Celle qui est très-colorée et peu abondante, qui sort après un violent exercice ou dans une grande chaleur, se trouble dans toute son étendue, et dépose une poussière colorée en gris de lin. Le même phénomène a lieu dans l'urine critique rendue à la fin des maladies; mais il ne doit pas être ici question de ces urines, et seulement de celle d'un homme sain, rendue le matin après le sommeil, et dans les circonstances les plus ordinaires. Ce liquide commence par offrir un léger nuage qui en occupe le haut; peu à peu ce nuage, en augmentant, se dépose et devient sédiment : il se forme différentes espèces de cristaux en vingt-quatre ou quarante-huit heures; il se sépare à sa surface et sur le fond du vase qui le contient, de petits cristaux rouges à facettes brillantes : ce sable de l'urine est l'acide urique; l'urine conserve son acidité tant que ces cristaux s'en déposent. En quelques jours sa couleur s'affaiblit, sa nature acide disparaît, elle devient ammoniacale et en exhale l'odeur : alors il ne se dépose plus d'acide urique, mais il se forme à sa surface une pellicule blanche, légère, comme glaireuse, dans laquelle on voit quelques cristaux prismatiques blancs; le même sel s'attache de toute part au nuage blanc ou coloré qui nage sous la pellicule; ces cristaux augmentent en nombre ou en volume pendant six ou huit jours. Ce sont des prismes à six pans, terminés par des pyramides à six faces; quelques-unes sont à quatre pans avec des pyramides à quatre faces. Nous les avons reconnus pour du phosphate ammoniaco-magnésien. Ce sel n'existe point dans l'urine fraîche; il ne se dépose qu'à l'époque où l'urine est devenue ammoniacale. Alors, en filtrant l'urine à l'époque où ce sel n'augmente plus, on la trouve chargée de carbonate d'ammoniaque, verdissant le sirop de violettes, faisant effervescence avec les

acides, donnant avec l'acide sulfurique et le muriatique, après qu'on l'a évaporée en consistance de sirop, une odeur acéteuse très-marquée, et ne contenant plus ou presque plus de matière cristallisable et colorée, qui a été indiquée ci-dessus, et qu'on retire de l'urine pure évaporée fortement et refroidie.

40. L'altération spontanée de l'urine produit donc plusieurs phénomènes importans. L'acide urique se dépose d'abord en cristaux rouges par le simple refroidissement; l'ammoniaque qui se forme en interrompt bientôt la séparation; il leur succède un nuage blanc, formé par du phosphate de chaux et une substance albumineuse, matières qui ne sont plus dissolubles dans l'urine après que l'acide phosphorique, qui y était d'abord à nu, est saturé par la première portion d'ammoniaque formée; l'acide urique passe à l'état d'urate ammoniacal, et fait partie du nuage; la proportion du phosphate d'ammoniaque et celle de l'ammoniaque augmentant l'une et l'autre, et sur-tout la dernière, celle-ci s'unit au phosphate de magnésie, et donne naissance au phosphate ammoniaco-magnésien, qui se cristallise. La matière particulière à l'urine, qui se convertit si abondamment en ammoniaque, forme en même temps de l'acide carbonique qui sature la portion d'ammoniaque excédent la saturation de l'acide urique et du phosphorique : voilà pourquoi la liqueur tient du carbonate ammoniacal, fait effervescence avec les acides, et donne même ce sel cristallisé par un feu doux. Il se développe en même temps de l'acide acéteux, que l'ammoniaque sature aussi : de sorte qu'on peut obtenir de l'acétite ammoniacal par la distillation de l'urine ainsi décomposée. La source commune de ces trois composés nouveaux, ammoniaque, acide carbonique et acide acéteux, est dans la matière particulière de l'urine, qui a déja été indiquée plusieurs fois, et qui est éminemment susceptible de fermenter : aussi l'urine une fois décomposée ne contient-elle plus que des phosphates alcalins, et n'offre-t-elle plus cette même matière, ou au moins n'en recèle plus qu'une très-

petite quantité, et c'est pour la même raison qu'on a tant recommandé autrefois de laisser putréfier l'urine pour en extraire les sels fusibles ou natifs. On les obtient et plus abondans et plus purs quand on expose l'urine au grand soleil : elle se conserve long-temps sans se pourrir, se concentre, se colore et s'évapore plutôt que d'éprouver la fermentation qui s'établit promptement à l'ombre.

41. Toutes les urines ne présentent cependant pas constamment et indifféremment ce genre d'altération profonde qui en change entièrement et profondément la nature. Dans le même individu dont l'urine offre cette décomposition, il arrive souvent que ce liquide, au lieu de se couvrir de la pellicule saline indiquée, présente, à sa surface, le cinquième ou le sixième jour après sa sortie, une moisissure colorée après le dépôt des cristaux d'acide urique et le nuage blanc léger. Cette moisissure, verte et grise, augmente pendant une vingtaine de jours ; on ne voit de cristaux prismatiques blancs qu'au dessous de la pellicule couverte par le mucus, et ils y sont rares. La liqueur, au lieu d'être surchargée de carbonate d'ammoniaque, est acide, n'a point d'odeur ammoniacale ; on en dégage au contraire une émanation acéteuse par l'acide muriatique ; et quand on la concentre par l'évaporation, on y retrouve la matière particulière indiquée plus haut, et encore plus abondante. Le citoyen Hallé a bien décrit cet état de l'urine, qui est assez fréquent et qui, dans l'état de santé, égale presque en nombre de jours où il se rencontre, celui des jours où ce liquide présente une forte décomposition ammoniacale. Dans son mémoire, le citoyen Hallé, qui a observé les phénomènes énoncés ci-dessus (n°. 40), et dont nous ne différons que par l'appréciation plus précise et des matières séparées et de la cause de leur séparation, parce que son objet n'était que de décrire les phénomènes sensibles de l'altération spontanée des urines, appelle *acescentes* celles qui se comportent comme il est dit ici, et il n'a pas oublié de noter la moisissure qui les

accompagne constamment. Nous avons trouvé que ces urines, moins altérables et moins décomposables, contenaient moins de substance albumineuse que les précédentes : d'où nous avons conclu que la prompte alcalescence dépendait de la présence de cette albumine que le tannin y montre en effet ; car sa dissolution précipite bien plus abondamment les urines très-putréfiables que celles qui ne le sont que faiblement. Ainsi, voilà deux genres d'urines que chaque individu paraît rendre alternativement ou dans des circonstances diverses qui ne sont point encore appréciées.

42. L'urine s'unit à l'eau en toutes proportions, et y est constamment nuisible ; l'eau en diminue la densité et en affaiblit la couleur ; elle rend moins visqueuse celle qui jouit de ce caractère ; elle dissout les filamens glaireux qui s'y rencontrent quelquefois, ou au moins les divise ; elle fait passer à la couleur jaune citrine celle qui est foncée en couleur, et donne à l'urine inflammatoire et ardente le ton de l'urine de la santé parfaite, suivant l'ancienne remarque de Bellini. Les acides n'ont pas d'action sur l'urine fraîche ; l'oxalique y forme seulement un précipité d'oxalate de chaux, en y décomposant le phosphate calcaire qu'elle contient constamment : c'est un moyen de déterminer la proportion de chaux, et par conséquent de phosphate calcaire qu'elle tient en dissolution. Tous les acides font effervescence avec l'urine pourrie, en raison du carbonate d'ammoniaque qui y existe alors abondamment. Dans l'urine concentrée assez fortement, l'acide muriatique forme quelquefois un précipité d'acide benzoïque, et l'acide nitrique un peu concentré y donne tout-à-coup des cristaux blancs, brillans comme nacrés, très-abondans, en s'unissant à la matière urinaire que j'ai plusieurs fois annoncée et dont je traiterai bientôt en particulier. Quand l'urine est bien pourrie, l'acide nitrique ne donne pas ces cristaux ; l'acide muriatique oxigéné décolore et blanchit l'urine. Presque tous les acides, et sur-tout le sulfurique, qui

lorsqu'on le verse concentré dans l'urine la plus fraîche la brunit et la charbone, colorent en rose ou en rouge tous les produits ammoniacaux qu'on extrait de ce liquide par la distillation.

43. Presque toutes les matières terreuses et alcalines ont une action plus ou moins décomposante sur l'urine. Il y a long-temps qu'on sait qu'en y jetant de la chaux ou des alcalis, il se développe une odeur ammoniacale fétide; ce qui ne vient pas seulement du phosphate d'ammoniaque décomposé, mais encore de l'action de ces bases sur la matière animale urinaire. Les dissolutions de barite, de strontiane et de chaux versées dans l'urine, y forment tout-à-coup un précipité; les deux premières en séparent le phosphate de chaux, absorbent l'acide phosphorique qui le tenait en dissolution, et précipitent en outre du phosphate de barite ou de strontiane qui s'unit au précédent. Ce phosphate est dû, soit à l'union des terres avec l'acide phosphorique libre, soit à la combinaison de la barite avec cet acide engagé dans la soude, l'ammoniaque et la magnésie: de sorte que la barite décompose tous les sels phosphoriques contenus dans l'urine. Quelquefois il se dépose du sulfate de barite lorsqu'il y a du sulfate de soude dans l'urine.

La chaux, en opérant la même décomposition, ne précipite que du phosphate de chaux, soit celui qui y est tout formé dans l'urine, soit celui que l'addition de cette terre détermine avec l'acide phosphorique libre et la magnésie unie avec l'acide, sans toucher aux autres sels. Quand on verse les alcalis fixes en excès dans l'urine très-récente, outre l'action indiquée, ils empêchent l'acide urique de se déposer, et le retiennent en dissolution. L'ammoniaque ne produit pas le même effet. Parmi les sels, il n'y a que les nitrates et les muriates de barite, de strontiane et de chaux qui, opèrent des précipitations en décomposant les phosphates. Les muriates de soude et d'ammoniaque dissous dans l'urine froide jusqu'à

saturation, et exposés ensuite à une évaporation spontanée au soleil, se cristallisent avec une modification bien remarquable de leur forme. Le premier, de cubique qu'il doit être, prend la forme octaèdre; et le second, de la forme octaèdre, passe à la cubique. On verra bientôt la cause de cette singulière modification.

44. Quelques métaux parmi les plus combustibles, les plus avides d'oxigène, s'oxident par le contact de l'urine, et se convertissent en phosphate par leur séjour dans ce liquide et à l'aide de l'acide phosphorique libre qui y est contenu. Le citoyen Vauquelin a observé que les barres de fer placées contre les murs qu'elles soutiennent et garantissent dans des lieux où l'on va uriner, offrent constamment ce métal corrodé souvent en écailles cassantes, en oxide gris ou brun, souvent boursouflé et rempli de cristaux brillans. Ces lames fragiles, enlevées et lessivées dans l'eau, donnent des phosphates alcalins; et leur portion non dissoute, chauffée fortement dans un creuset avec du charbon, fournit une phosphure de fer bien fondu, sphérique, fragile, gris brillant et grenu, qui prouve que cette portion était du phosphate de fer. Il faut donc, quand ce métal doit être exposé au contact de l'urine, le couvrir d'un enduit qui le défende contre l'action de la partie saline de ce liquide animal. Il y a lieu de croire, quoiqu'on ne l'ait pas encore essayé, que plusieurs autres métaux, et sur-tout le zinc, l'étain, le plomb et le cuivre, sont susceptibles d'éprouver la même action de la part de l'urine.

Beaucoup de sels métalliques, particulièrement les nitrates de mercure, de plomb, d'argent, de zinc, etc., produisent en versant leurs dissolutions dans l'urine, un précipité fort abondant, formé de phosphates et de muriates. L'un d'eux, celui de mercure, a été connu, il y a plus de cent ans, sous le nom de *précipité rose*, et recommandé par Lémery pour l'usage médical. Recueilli sur un filtre et séché, il offre des étincelles phosphorescentes lorsqu'on le détache ou lorsqu'on

le frotte dans l'obscurité. Chauffé dans un vaisseau fermé, une partie s'élève en muriate de mercure ; une autre, poussée fortement, donne des vapeurs phosphoriques et lumineuses. Le précipité de l'urine par le nitrate de plomb ou par l'acétite de plomb fournit facilement du phosphore quand on le distille avec le quart de son poids de charbon. C'est un procédé très-simple et très-commode pour obtenir ce corps combustible, et il est bien préférable à l'évaporation si désagréable de l'urine et au traitement de son extrait par la distillation avec le charbon.

45. Quatre genres seulement de matières végétales sont employés avec avantage pour l'analyse de l'urine : l'acide oxalique, qui en précipite la chaux en oxalate insoluble, et qui en fait connaître la quantité ; les substances colorantes bleues légères, celles de tournesol, de mauve, etc., qui se changent en rouge par ce liquide, et qui annoncent son acidité ; le tannin, qui en sépare la matière albumineuse ou gélatineuse en flocons fauves insolubles, et qui peut servir pour estimer la précipitation de cette substance évacuée par la liqueur excrémentielle ; enfin l'alcool bien rectifié : celui-ci opère une espèce de départ dans l'urine, en précipitant l'acide urique, les phosphates et la plupart des matières salines qui ont moins d'attraction pour l'eau que l'alcool n'en a, tandis qu'il retient en dissolution la substance urinaire la plus abondante, avec le muriate d'ammoniaque et une partie du muriate de soude. On peut employer sur-tout ce dernier réactif sur l'urine concentrée, soit par la gelée, soit par l'évaporation ; et l'on a vu plus haut que l'alcool nous avait servi pour obtenir cette matière urinaire séparée de tous les autres matériaux de l'urine. Aucune substance animale ne sert à l'analyse de l'urine, et il n'y a rien de connu encore relativement à l'action que les divers liquides ou solides animaux sont susceptibles d'exercer sur celui-ci : on a même été souvent embarrassé en médecine pour décider de la nature de

quelques mélanges de divers matériaux animaux avec l'urine, mélanges qui se présentent quelquefois, et dont il est difficile d'estimer avec exactitude les caractères. C'est ainsi qu'il est souvent incertain si l'urine contient du sang, des glaires, du pus, du lait, de la bile, que les médecins y admettent souvent sans avoir donné de moyens sûrs de reconnaître avec précision chacun de ces mélanges. Je ne connais en ce genre de recherches qu'une expérience consignée dans les Transactions philosophiques de l'année 1796, sous le nº. 21, par laquelle le docteur Ever. Horn a constaté que le sang mêlé chaud à l'urine se coagule en une masse qui, trempée dans de l'urine changée trois fois en vingt-quatre heures, colore celle-ci en rouge pendant quinze jours, et se laisse ensuite détacher en flocons blancs qui se déposent en sédimens de la même couleur; il en a conclu que le sang qui ne s'altère pas et ne se pourrit pas dans cette circonstance, se comporte comme lorsqu'il sort de la vessie avec l'urine.

46. Il résulte de tout ce qui vient d'être dit de l'action des différens corps sur l'urine, que l'analyse de ce liquide se complique singulièrement par les moyens même que l'on emploie pour la faire; que la multiplicité des principes qui y sont contenus fait varier dans beaucoup de circonstances la nature des matériaux qu'on en retire; que lorsqu'on ne se représente pas sans cesse l'altérabilité dont l'urine est susceptible, on peut tomber dans de grandes erreurs sur l'appréciation de ces matériaux; que l'action du feu, qu'on a si souvent employée pour son analyse, produit sur-tout une altération qui change la plupart des propriétés de ses principes, même en l'administrant avec toute la prudence et la lenteur possibles; qu'il serait encore plus essentiel de trouver pour ce genre d'analyse que pour celle de certaines eaux minérales, des moyens qui fussent capables d'en faire connaître les matières sans en changer les propriétés et la composition. Tels seraient sur-tout les réactifs, qui, au moment même de leur

mélange avec l'urine, annonceraient chacun sans erreur et sans équivoque, et par un effet sensible autant que constant, un des principes qui en font partie. Malheureusement, ceux qu'on a trouvés jusqu'ici ne peuvent indiquer encore que la plus petite partie de ces principes : aussi est-on obligé de combiner ensemble plusieurs procédés, dont les résultats et les effets comparés viennent se réunir de manière à ne laisser aucun doute sur les matières qu'ils annoncent. Ainsi l'évaporation spontanée, celle par le feu, l'altération fermentiscible, l'action de l'alcool sur le résidu d'une évaporation douce, et les phénomènes produits par différens réactifs combinés dans leurs résultats, finissent par donner une connoissance exacte des principes qui constituent l'urine, comme je l'ai fait voir, et conduisent, ainsi que je vais le faire, à examiner en particulier ses matériaux divers, pour mieux déterminer ce qu'est véritablement ce liquide urinaire.

§. V.

Des matières contenues dans l'urine humaine, considérées en particulier.

47. En cherchant un résultat général de tous les faits analytiques exposés dans le paragraphe précédent, et de tous les phénomènes que présentent les propriétés chimiques de l'urine, on trouve que l'urine n'est pas seulement une lessive saline, comme on l'a dit jusqu'ici, mais une dissolution d'un grand nombre de matières différentes, parmi lesquelles les substances salines n'occupent que la moindre place. Si l'on veut se représenter fidèlement le tableau de tous les genres d'analyses auxquelles on a soumis ce liquide, ainsi que celui des notions diverses qu'elles ont fournies aux auteurs qui s'en sont occupés sous différens points de vue, on sentira bientôt la nécessité de passer d'abord en revue toutes les matières possibles que les

chimistes ont indiquées jusqu'ici dans l'urine ; de réduire ensuite le nombre de ces matières à celles qui sont constantes, et qu'on peut regarder comme ses vrais principes, puisqu'on les y rencontre toujours dans leur état naturel ; de considérer en troisième lieu ceux de ces principes qu'on n'y trouve que rarement, et qui y sont accidentels ; de passer de-là à l'examen de ceux qui ne sont qu'hypothétiques, et qu'on y a admis sans les avoir prouvés ; enfin, d'examiner l'état et la nature modifiée des principes constans dans l'urine altérée spontanément.

48. Je trouve, d'après toutes les analyses réunies jusqu'ici, que les chimistes ont admis dans l'urine, soit dans l'état naturel, soit dans un état d'altération quelconque, soit qu'ils aient bien prouvé leur existence, soit qu'ils l'aient adoptée légèrement, soit même qu'ils l'aient annoncée hypothétiquement, trente matières différentes les unes des autres, outre l'eau qui en fait le véhicule ; savoir, 1°. du muriate de soude ; 2°. du muriate de potasse ; 3°. du muriate d'ammoniaque ; 4°. du sulfate de soude ; 5°. du sulfate de chaux ; 6°. du phosphate de soude ; 7°. du phosphate d'ammoniaque ; 8°. du phosphate de chaux ; 9°. du phosphate de magnésie ; 10°. du phosphate triple de soude et d'ammoniaque ; 11°. du phosphate triple de magnésie et d'ammoniaque ; 12°. de l'acide phosphorique libre ; 13°. de l'acide urique ; 14°. de l'acide benzoïque ; 15°. de l'acide acéteux ; 16°. un acide particulier différent de tous ceux qu'on connaît ; 17°. de l'urate d'ammoniaque ; 18°. du benzoate d'ammoniaque ; 19°. de l'acétite d'ammoniaque ; 20°. du carbonate d'ammoniaque ; 21°. de l'oxalate de chaux ; 22°. une matière colorante ; 23°. un principe odorant ; 24°. de l'albumine ; 25°. de la gélatine ; 26°. un extrait ; 27°. une matière sucrée ; 28°. une huile atténuée ; 29°. de la silice ; 30°. enfin, un corps particulier à ce liquide excrémentitiel, et le plus abondant de tous ses principes. Il faut considérer chacune de ces matières en particulier pour

arriver à la notion exacte de la nature de l'urine, en examinant si elle y existe véritablement, comment on l'y a trouvée, dans quel état elle s'y rencontre, le rôle qu'elle y joue, ou bien la raison qui l'a fait admettre sans preuve positive, etc.

49. Le muriate de soude a été la première matière saline connue dans l'urine : on a cru long-temps qu'il en faisait et la partie principale, et le caractère le plus tranché. Stahl même avait été jusqu'à dire que c'était à ce sel qu'était due la production du phosphore qu'on en obtenait. Il y existe bien véritablement ; on le retire, soit en évaporant au feu l'urine, à la surface de laquelle il se rassemble quelquefois en petits cristaux, soit au fond de ce liquide par une évaporation spontanée, soit parmi les cristaux mêlés du sel fusible ou des phosphates obtenus par le refroidissement de l'urine évaporée en sirop. C'est à lui qu'est due en partie la précipitation de l'urine par les nitrates de métaux blancs. Les chimistes ont pu se tromper jusqu'ici sur sa nature et sa proportion, parce que lorsqu'on l'extrait par une évaporation lente, il prend la forme d'octaèdres au lieu de celle de cubes qu'il affecte quand il est pur.

50. Le muriate de potasse, qui a été annoncé par Rouelle, est contenu assez souvent dans l'urine, mais il n'y est pas aussi constamment que le précédent ; cependant il ne semble pas être en quelque sorte aussi nécessaire à sa constitution que le précédent. Dans les cristallisations confuses des sels de l'urine, on ne le distingue pas d'avec les autres matières salines dans la masse desquelles il est confondu : il l'est sur-tout avec le muriate de soude qu'il accompagne, et dont il imite les effets dans l'action des réactifs. Il y a lieu de croire que sa forme est modifiée par la matière urinaire comme celle de muriate de soude, quoiqu'il n'y ait point encore d'expériences directes sur cet objet. On n'obtient ce sel isolé et bien reconnaissable qu'en purifiant avec soin, et à plusieurs reprises

successives, les masses salines mélangées produites par la cristallisation et le refroidissement, et en détruisant par la calcination la substance animale brune ou noire qui les salit et en empêche la séparation. C'est par un travail lent et patient sur la purification de ces mélanges qu'on y parvient. Il ne paraît former le plus souvent qu'une des matières accessoires et accidentelles, et non pas un des matériaux véritablement constituans du liquide urinaire.

51. Le muriate d'ammoniaque a été reconnu depuis long-temps dans l'urine par les chimistes ; ils en ont même attribué autrefois la source ou l'origine à ce liquide, ainsi qu'aux excrémens des animaux. Cependant Rouelle le cadet était presque tenté d'en nier l'existence, ou au moins il en doutait. Cela venait de deux circonstances, qui, en annonçant l'exactitude même des travaux de cet habile analyste, tenaient seulement à ce qu'il ignorait l'influence exercée sur ce sel par la matière urinaire proprement dite et la plus abondante de toutes. Cette matière, non seulement enveloppe et empêche de séparer le muriate d'ammoniaque qui se trouve toujours l'accompagner et qu'on ne peut en détacher qu'avec peine, mais encore elle y adhère si fortement, que l'alcool dissout le muriate d'ammoniaque en même temps que cette matière. On ne trouve donc la plus grande partie de ce sel que par un long travail, et on ne l'obtient guère séparé qu'après avoir décomposé la dernière matière urinaire : c'est ainsi qu'il ne se dégage et ne se sublime qu'à la fin de la distillation de l'extrait d'urine. Une seconde circonstance qui a pu en imposer à Rouelle, c'est que le muriate d'ammoniaque ne peut être obtenu de l'urine, tant qu'elle contient la matière dont je parle ici, que sous la forme de cristaux cubiques qui ont dû être pris pour du muriate de soude.

52. Le sulfate de soude a été annoncé dans l'urine humaine par Rouelle le cadet. Il attachait même un certain prix à cette découverte ; car dans un travail particulier sur ce liquide,

publié en 1773, il a eu soin d'indiquer qu'il avait déja retiré ce sel, et qu'il l'avait montré publiquement, en 1770, dans son cours au Muséum d'histoire naturelle. Il faut remarquer que d'autres chimistes en ont parlé avant lui, mais qu'ils n'ont donné aucun procédé pour le retirer. N'ayant pas trouvé ce sel d'une manière assez claire dans l'urine, j'ai lieu de penser que Rouelle aura été trompé, soit par le phosphate de soude, soit, et plutôt encore, par le phosphate ammoniaco-magnésien, dont la forme et l'apparence approchent assez de celles du sulfate de soude, pour que sa présence, très-inattendue à l'époque déja éloignée de ce travail, ait pu lui échapper.

53. Plusieurs chimistes, et le dernier cité, ont aussi annoncé le sulfate de chaux dans l'urine. Ils ont manifestement été induits en erreur par le phosphate calcaire, dont la présence dans les matières animales a été ignorée en France jusqu'en 1775; sur-tout dans l'urine. Cela est d'autant plus facile à croire, que c'est seulement d'après le dépôt blanc, terreux, insipide, indissoluble, qui se forme dans le cours de l'évaporation de l'urine, et qu'on en séparait, soit par la décantation, soit par la filtration pour obtenir les sels purs, qu'il paraît que les chimistes avaient admis sa présence. Or, on sait aujourd'hui que ces caractères se retrouvent dans le phosphate de chaux, et que c'est bien le sel qui se sépare de l'urine à la première formation de l'ammoniaque.

54. Le phosphate de soude est un des sels les plus importans et les mieux connus de l'urine : confondu assez longtemps avec le phosphate d'ammoniaque sous le nom de *sel microscomique* ou *fusible*, il a été entrevu par Pott et Margraff; bien séparé de ce dernier sel par Haupt, Schlosser, Rouelle, etc.; bien analysé par ce dernier et par Vestrumb et Klaproth. Très-remarquable d'abord par sa propriété de ne pas donner de phosphore, et de rester dans le résidu de la distillation par laquelle on obtient ce corps combustible, il a été ensuite

reconnu comme agissant dans l'urine sur les dissolutions métalliques qu'on y versait, constituant une grande partie du précipité qu'y forment ces dissolutions, et devenant, sous cette forme, susceptible de donner du phosphore avec le charbon.

55. Le phosphate d'ammoniaque est un des sels les mieux connus et les mieux prouvés de l'urine ; c'est celui de tous qui a été le plus examiné et qui a servi avec le plus d'avantage à caractériser ce liquide, puisque c'est de lui qu'était extrait le phosphore d'urine. Il est rare qu'on l'obtienne seul, quoiqu'il tende à cristalliser le premier après l'épaississement et par le refroidissement de l'urine. Il est toujours mêlé d'une certaine quantité de phosphate de soude, et paraît même former avec lui une espèce de sel triple qui constitue la base du sel natif, fusible ou microcosmique. Il est bien reconnaissable, quand il est pur et isolé, par sa propriété de donner, à l'aide du feu, de l'ammoniaque, et de laisser de l'acide phosphorique qu'on peut obtenir sous forme de verre transparent, acide, dissoluble et déliquescent.

56. Le phosphate de chaux a été découvert dans l'urine par Schéele en 1775 ; on l'avait pris autrefois pour une matière plâtreuse ; on l'avait qualifié ensuite de véritable sulfate de chaux. Quelques bons observateurs en médecine l'ayant vu se précipiter très-abondamment des urines dans les affections des os, avaient soupçonné qu'il était formé par la matière osseuse ; mais ignorant la nature de cette matière, ils avaient également méconnu le phosphate de chaux des urines. Schéele a trouvé de plus qu'il y était dissous à l'aide d'un excès d'acide phosphorique ; et nous avons, dans notre travail particulier, ajouté, le citoyen Vauquelin et moi, à cette découverte, que ce sel terreux se précipitait spontanément de l'urine lorsque cette liqueur présentait, dès les premiers momens de son altération, une production d'ammoniaque, qui, s'emparant de l'excès d'acide, rendait le phosphate de chaux indis-

luble. Le même effet a lieu par l'action du feu, et c'est pour cela que l'urine se trouble si abondamment pendant son évaporation. Il est en partie la cause de la précipitation de l'urine, produite par l'eau de chaux, l'ammoniaque, l'acide oxalique, etc.

57. Le phosphate de magnésie n'avait pas été indiqué dans l'urine avant notre travail ; nous avons été conduits à sa recherche par la découverte de ce sel dans quelques espèces de calculs urinaires. A la vérité, nous ne l'avons trouvé isolé et pur que dans l'urine très-fraîche ; il est en partie la cause des précipités formés dans cette liqueur par l'eau de chaux, l'ammoniaque, les alcalis fixes caustiques, la barite, la strontiane. On le trouve constamment mêlé à des sels calcaires dans les précipités, et lorsqu'on les laisse macérer quelque temps dans de l'acide sulfurique affaibli, la portion liquide décantée et évaporée spontanément donne des cristaux très-prononcés de sulfate de magnésie. On n'a pas pu encore l'obtenir séparé d'avec les autres sels de l'urine, soit parce qu'il se mêle avec plusieurs d'entre eux pendant leur cristallisation, soit parce que l'action du feu forme de l'ammoniaque, qui s'y unit et en fait un sel triple. Il se précipite avec la plupart des précédens, excepté le muriate d'ammoniaque, lorsqu'on verse de l'alcool bien rectifié dans l'urine fraîche.

58. Quant au phosphate triple de soude et d'ammoniaque, annoncé pour le dixième des principes reconnus ou admis jusqu'ici dans l'urine, j'ai déja dit (n°. 55.) que ce sel existait communément dans l'ensemble ou la masse de cristaux qu'on obtient par le refroidissement et le repos de l'urine épaissie, sous le nom de *sel fusible*, *sel natif d'urine*, *sel microcosmique*. L'examen attentif que j'ai fait en 1790 de ce sel entier, m'a prouvé que pendant qu'on le faisait redissoudre et cristalliser plusieurs fois de suite pour le purifier, on avait des cristaux de ce sel triple, composé de proportions

diverses des deux sels primitifs : de manière que les premiers contenaient beaucoup plus de phosphate d'ammoniaque, et les derniers beaucoup plus de phosphate de soude ; en telle sorte même qu'à la fin de cette purification, le phosphate de soude se cristallisait seul, comme l'avaient vu Haupt, Rouelle, et même Margraff et Pott avant eux. Il y a donc plusieurs variétés de ce sel triple, qu'on ne peut reconnaître et déterminer que par une analyse exacte. Il est en plus grande quantité dans l'urine pourrie que dans l'urine fraîche, à cause de la formation de l'ammoniaque, qui sature la portion d'acide phosphorique tenant le phosphate de chaux en dissolution.

59. Le phosphate triple de magnésie et d'ammoniaque n'existe point dans l'urine fraîche, tandis qu'il y existe cependant du phosphate d'ammoniaque qui paraît y être uni au phosphate de soude : d'où il paraît suivre que le phosphate ammoniacal a plus d'attraction pour celui de soude que pour celui de magnésie. Cependant un grand nombre de calculs urinaires se trouvant contenir ce phosphate ammoniaco-magnésien, cela nous a engagés à rechercher comment il pouvait se former dans l'urine, et nous avons découvert qu'il s'y produisait lorsque l'ammoniaque était elle-même assez abondamment formée pour saturer tout l'acide phosphorique libre de ce liquide, et lorsque l'excès de phosphate d'ammoniaque ainsi décomposé se portait sur le phosphate de magnésie. Dans ce cas, ce phosphate ammoniaco-magnésien devenant, comme tous les sels triples de la même nature, moins dissoluble que chacun de ses deux composans ne l'étaient isolément, se sépare du liquide urinaire et tend à se cristalliser, ainsi qu'on le voit souvent dans les couches spathiques et blanches de quelques calculs. Telle est l'origine des cristaux blancs prismatiques alongés qu'on voit se déposer dans l'urine gardée pendant quelques jours, soit sur les parois des vases qui la contiennent, soit au-dessous de la croûte qui recouvre alors ce liquide.

60. L'acide phosphorique libre de l'urine y a été vraiment découvert par Schéele, lorsqu'il a fait observer que le phosphate de chaux n'y était dissous qu'à la faveur de cet acide. Le citoyen Berthollet a fait beaucoup plus d'attention à la présence de cet acide que n'en avait porté Schéele, qui ne l'avait, pour ainsi dire, indiqué qu'en passant. Plusieurs médecins avaient entrevu depuis long-temps l'acidité naturelle à l'urine. Col de Villars l'avait spécialement annoncée dans son cours de chirurgie ; et cependant il était généralement reçu que l'urine avait une nature alcaline. L'embarras où se trouvaient les chimistes à cet égard provenait de ce qu'on ne distinguait pas la tendance à l'alcalescence qui caractérise ce liquide, d'avec sa nature vraiment et constamment acidule au moment où il sort du corps humain. C'est à l'acide phosphorique, comme le plus fort et le plus puissant de ceux qui se trouvent dissous dans l'urine, qu'est due cette acidité ; cependant il ne faut pas l'admettre pur et isolé, puisqu'il est engagé dans une véritable combinaison avec le phosphate de chaux qu'il rend dissoluble. Il faut concevoir, au contraire, que si cet acide était pur et sans phosphate calcaire, l'urine serait beaucoup plus acide. On a déja vu que cette portion d'acidité est détruite par la première formation de l'ammoniaque, et que c'est alors que le phosphate de chaux, cessant d'être dissoluble par cette saturation, se dépose et trouble l'urine à mesure qu'il l'abandonne : l'urine est donc un évacuant de l'acide phosphorique en excès.

61. L'acide urique est une des plus singulières et des plus utiles découvertes de Schéele. Après l'avoir trouvé dans le calcul ou la pierre de la vessie, il l'a reconnu dans toutes les urines humaines ; il l'a vu se précipiter par le refroidissement de ce liquide, et former ce qu'on connaît sous le nom de *sable* : c'est lui qui donne naissance à ces cristaux rougeâtres ou couleur de rubis clair, qui se déposent sur les parois des vases où l'on reçoit l'urine. C'est à lui que Schéele

attribue la précipitation gris de lin ou fleur de pêcher des urines critiques à la fin des maladies. Il contribue sans doute à l'acidité de ce liquide, quoique la sienne propre ne soit qu'extrêmement faible. Un des principes les moins dissolubles de cette espèce de lessive animale, il se sépare le premier de son dissolvant naturel, où il est plus dissoluble à chaud qu'à froid, et qu'il abandonne par le seul abaissement de sa température : comme production animale particulière on le verra, dans l'article suivant, jouir de caractères très-distinctifs, et former un des matériaux les plus fréquens des concrétions urinaires.

62. Schéele est encore l'auteur de la découverte de l'acide benzoïque dans les urines ; car Rouelle le cadet, qui l'avait trouvé dans celles de la vache et du chameau, ne l'avait pas assez reconnu et déterminé pour en assurer la nature, comme le fait le chimiste suédois. Nous l'avons rencontré dans toutes les urines, et Schéele l'avait sur-tout admis dans celle des enfans. Il se sublimait quelquefois de l'extrait de cette liqueur poussée au feu ; on peut aussi l'en précipiter après son évaporation et sa concentration. Il y a lieu de croire qu'il provient des alimens, sur-tout dans les mammifères où il existe plus abondamment. Sa présence dans l'urine des enfans qui ne vivent que du lait de leurs mères, rend cependant cette opinion plus difficile à admettre, et peut faire penser qu'il se forme dans le corps des animaux. Il est si peu abondant et si étendu dans l'urine des hommes adultes, qu'il est difficile de le compter parmi les causes de son acidité ; ce n'est presque qu'une matière accessoire et indifférente à la qualité de ce liquide, et cependant on l'y rencontre assez constamment pour faire voir que son excrétion par cet émonctoire entre dans le plan de la nature.

63. L'acide acéteux ne se trouve pas naturellement dans l'urine fraîche. Aperçu, il y a près de cinquante ans, par Pott parmi les produits distillés de ce liquide, les chimistes n'en

ont rien dit depuis. Nous avons reconnu, le cit. Vauquelin et moi dans notre long travail sur l'urine, qu'il s'y formait constamment par la fermentation qui s'y établit ; que ses matériaux constituans y existaient constamment ; qu'il était le produit de sa première altération ; qu'il accompagnait la production de l'ammoniaque. Il ne faut pas en conclure avec Van-Helmont que l'urine est susceptible d'éprouver la fermentation alcoolique, de donner de l'esprit ardent ; ce qui a déja été nié avec raison par Boerhaave, quoique, comme on le verra plus bas, il y ait quelques cas où cette propriété puisse s'y rencontrer. On sait assez aujourd'hui que la formation et la présence préliminaire de l'alcool ne sont pas toujours immédiatement nécessaires pour la production de l'acide acéteux, et qu'il se forme dans beaucoup de circonstances étrangères à la fermentation alcoolique.

64. Dans une lettre du professeur Scherer de Jena au cit. Van-Mons, écrite au milieu de l'année 1797, il est question d'un travail du docteur Gaertner, de Calw en Suabe, sur l'urine, et d'un acide particulier à ce liquide. Ce médecin crut avoir trouvé, après un examen rigoureux de cette évacuation, que l'acide de l'urine, qu'il avait pris d'abord pour de l'acide phosphorique, avait d'autres propriétés qui l'en éloignaient ainsi que de tous les autres acides connus. Suivant lui, cet acide est votatil, se sublime à une forte chaleur ; les acides sulfurique, nitrique et muriatique le précipitent de ses combinaisons salines, en partie sous forme de gaz et en partie sous celle d'un acide fixe, qui par évaporation donne des écailles inaltérables à l'air et odorantes. Quoique ces expériences soient peu étendues et peu multipliées, elles me suffisent cependant pour conclure que le docteur Gaertner a confondu, dans ses recherches, l'acide benzoïque avec plusieurs des phénomènes produits par la matière urinaire particulière dont je m'occuperai bientôt, et que c'est dans ces deux substances qu'il a cru trouver un acide nouveau et différent de tous

ceux qui sont connus. Je regarde donc son acide particulier comme un être imaginaire, et son expérience comme n'infirmant en aucune manière la présence des trois acides phosphorique, urique et benzoïque, à nu ou en partie libres dans l'urine bien constituée, fraîche et récemment rendue.

65. L'urate d'ammoniaque n'avait point été indiqué dans l'urine avant notre dernier travail. Après l'avoir reconnu dans quelques calculs de la vessie humaine, nous nous sommes assurés qu'il existait dans l'urine putréfiée. Lorsque l'ammoniaque y est assez abondamment produite pour saturer tout l'acide phosphorique et précipiter les phosphates terreux, l'excès de cet alcali se porte sur l'acide urique, le sature et forme ce sel qui se dépose comme peu soluble au-dessus des phosphates, et qui a une couleur fauve claire. Ce sel est bien caractérisé et très-reconnaissable par sa dissolubilité dans les lessives d'alcalis fixes caustiques, et par le dégagement très-abondant d'ammoniaque qui accompagne sa dissolution dans ces réactifs. L'urate d'ammoniaque n'existe donc que dans l'urine altérée, et il n'est pas naturel dans ce liquide.

66. Le benzoate d'ammoniaque est dans le même cas que le précédent ; il n'est pas contenu dans l'urine récente ; on ne le trouve dans ce liquide que lorsqu'il a subi la fermentation qui le dénature : il ne se forme qu'aux dépens de l'ammoniaque, l'un des produits constans et les plus abondans de cette fermentation qui le dénature, et lorsque sa qualité est assez considérable pour saturer tout à la fois l'acide phosphorique, l'acide urique et l'acide benzoïque de l'urine. Ainsi, dans la putréfaction avancée de ce liquide, l'acide benzoïque y est plus libre, mais entièrement saturé d'ammoniaque, et à cette époque ce serait en vain qu'on le chercherait dans son état de pureté. Pour l'obtenir tel, il faut alors le séparer d'avec cet alcali. C'est ainsi que de l'urine fortement évaporée, où la chaleur a favorisé, comme la putréfaction, la formation de l'ammoniaque, donne, par l'addition de l'acide

muriatique, un précipité toujours sensible, et quelquefois même très-abondant d'acide benzoïque en petites écailles. Il ne faut pas employer pour cela de l'acide nitrique ; car celui-ci ferait précipiter avec l'acide benzoïque une autre matière cristalline infiniment plus abondante que lui, et qui la masquerait entièrement. C'est-là, sans doute, ce qui a trompé M. Gaertner, lorsqu'il a cru avoir séparé de l'urine un acide particulier : il a bien obtenu un corps différent de tout autre ; mais ce n'était point un acide, ainsi que je le ferai voir bientôt avec plus de détail.

67. L'acétite d'ammoniaque existe, d'après nos expériences, dans l'urine fermentée. Comme cette fermentation particulière consiste dans la formation simultanée de l'ammoniaque et de l'acide acéteux, et comme la première de ces productions est beaucoup plus abondante que la seconde ; il est évident que l'acide acéteux ne peut pas exister libre et isolé dans l'urine, mais combiné avec l'ammoniaque. C'est sans doute en raison de cette saturation, qui a lieu à mesure même de la formation de l'acide acéteux urinaire, que cet acide a échappé si long-temps aux chimistes, qui l'ont, en effet, presqu'entièrement méconnu jusqu'à nous. Voilà pourquoi, en distillant de l'urine altérée, on en retire de l'eau qui contient de l'acétite ammoniacal ou *esprit de Mendererus*. C'est encore pour cela que lorsqu'on veut avoir de l'acide acéteux pur de l'urine fermentée, il faut la distiller en y ajoutant de l'acide sulfurique ou muriatique. Il n'est pas nécessaire de faire remarquer que cette combinaison saline, loin d'être un des élémens constituans de l'urine, est, au contraire, le produit qui annonce la plus profonde altération dans ce liquide.

68. Il y a long-temps qu'on a reconnu le carbonate d'ammoniaque comme une des matières qu'on extrait le plus abondamment et le plus facilement de l'urine. Haller était même étonné qu'on ne préférait pas ce liquide à beaucoup d'autres substances animales pour la préparation de ce sel,

connu depuis près de deux siècles sous le nom de *sel volatil d'urine*. Ce n'est cependant pas un des matériaux véritables de ce liquide ; il n'y existe que lorsque l'urine a subi une grande et profonde altération ; lorsque, dans les derniers termes de sa décomposition, l'ammoniaque très-abondante a saturé les acides phosphorique, urique, benzoïque et acéteux ; lorsque ce dernier acide, formé aussi abondamment qu'il est possible, laisse le carbone et l'oxigène assez isolés des autres élémens constitutifs de l'urine, et assez rapprochés entre eux pour s'unir par leur attraction binaire : tandis que l'ammoniaque, continuant toujours à se produire, sature et fixe, en se fixant elle-même, ce dernier acide, à mesure qu'il prend naissance. Ainsi le carbonate d'ammoniaque est le dernier terme comme le dernier témoin de la décomposition des composés urinaires animaux. A la fin de la putréfaction de l'urine, il y est si abondant qu'elle verdit fortement le sirop de violettes, qu'elle fait une vive effervescence avec les acides, et qu'au feu le plus doux, même au bain-marie, elle fournit, par une distillation bien ménagée, et de l'eau chargée de carbonate d'ammoniaque, et du carbonate d'ammoniaque en cristaux sublimés : aussi l'emploie-t-on avec avantage dans plusieurs ateliers pour se procurer ce sel.

69. Quoique nous ayons, les premiers, le citoyen Vauquelin et moi, trouvé et indiqué la présence de l'oxalate de chaux dans les espèces de calculs urinaires connus sous le nom de *mûraux* ou *mûriformes*, nous n'avons pas encore pu rencontrer ce sel, insoluble ou soluble seulement à l'aide de quelques acides, dans l'urine humaine. Il ne paraît pas en faire un des matériaux constituans dans son état naturel, mais s'y trouver seulement contenu dans quelques circonstances particulières ou morbifiques. On conçoit bien en effet que si, par une cause quelconque, il se forme de l'acide oxalique, ou immédiatement dans l'urine, ou dans d'autres lieux, et si, dans ce dernier cas, il est transporté dans les reins ; cet acide doit

décomposer sur-le-champ le phosphate de chaux qui s'y trouve naturellement, et former un oxalate calcaire qui est à peine dissoluble dans l'excès d'acide phosphorique. Aussi n'est-il permis de concevoir la présence de l'oxalate de chaux qu'en concevant en même temps l'absence du phosphate de la même base, ou au moins ne peut-on admettre le premier qu'en si petite quantité, en supposant qu'il se trouve avec le second, qu'il peut être alors à peine appréciable. Un de mes élèves m'assure cependant avoir trouvé dernièrement ce sel précipité abondamment de l'urine d'un enfant attaqué d'une maladie vermineuse à laquelle il a succombé. J'en reparlerai dans un des numéros suivans.

7o. Quelques chimistes ont admis une matière colorante particulière dans l'urine, et ils y ont été engagés par la coloration toujours particulière, et quelquefois si remarquable de cette liqueur. Aucun cependant n'en a prouvé exactement l'existence. On a prétendu, dans plusieurs théories médicales, que cette partie colorante était de la bile, et Boerhaave avait déja combattu victorieusement cette opinion au commencement de ce siècle. Rouelle le jeune a le premier répandu un jour vrai sur cette matière, en faisant voir que la coloration de l'urine était due à une substance extractive, sur la nature de laquelle il lui était difficile de concevoir alors des idées exactes, mais dont il connaissait évidemment plusieurs des propriétés les plus singulières. On verra plus bas que, sans admettre un principe colorant particulier dans l'urine, c'est à la matière qui caractérise spécialement ce liquide, qui en fait la partie constituante la plus abondante, et qui lui donne la plupart de ses propriétés distinctives, qu'est due sa coloration; et cette matière est, comme on le verra, une de celles que Rouelle nommait extractives. Sa proportion, très-variable relativement à celle de l'eau qui la tient en dissolution, établit les principales différences qui existent dans les diverses urines, puisque, suivant la remarque ingénieuse de Bellini, on peut, avec de

l'urine très-colorée ou concentrée, et de l'eau ajoutée en différente quantité, imiter toutes les nuances et toutes les variétés de teinte que ce liquide est susceptible de présenter suivant une foule de circonstances.

71. Il faut en dire autant du principe odorant de l'urine. Quelque particulier à cette humeur, quelque bien distinct et caractérisé qu'il soit comme odeur individuelle; n'appartenant à aucune autre matière connue, représentant une espèce d'aromate, même assez fort, il est superflu d'admettre pour l'expliquer un principe spécialement odorant dans l'urine. On en trouve la source dans la substance qui lui donne sa couleur, et qui constitue vraiment l'urine par toutes ses propriétés. Cette odeur si fugace, si peu durable, qu'on ne saisit presque qu'au moment même où l'urine bien pure et bien saine sort de la vessie; qui est bien reconnaissable dans l'urine chaude, s'affaiblit et disparaît presque entièrement dans ce liquide refroidi, qui s'altère si promptement dès les premiers temps de décomposition dont l'urine est attaquée avec tant de célérité, est susceptible d'être extrêmement modifiée par une grande quantité d'événemens accidentels. Elle devient fétide par les asperges, les cantharides, âcre par les alimens marins, les poissons, les crustacés, douce et analogue à celle de violettes par la térébenthine, les résines, les baumes et plusieurs gommes résines. Elle s'allie avec celle de l'ail, des acides végétaux, du camphre, du soufre, etc., etc.

72. Aucun chimiste n'a encore reconnu avec précision la présence de la matière albumineuse dans l'urine. C'est au citoyen Séguin qu'on en doit la première notion dans ses recherches sur le tannage; il a le premier fait remarquer qu'une dissolution de tan versée dans l'urine y produisait un précipité très-varié, suivant les différens états des sujets; il a même soupçonné que cet essai par le tannin pourrait servir à l'art de guérir, pour annoncer la proportion de substance nourricière qui sortait par cette excrétion. Mais il ne

s'est pas expliqué exactement sur la nature de cette substance animale contenue dans l'urine ; et c'est par nos expériences successives que nous avons, sinon reconnu positivement, au moins commencé à concevoir que la matière albumineuse peut quelquefois être évacuée par les urines et faire partie de ce liquide. Nous ne l'avons pas cependant obtenue séparée, nous n'avons pu l'isoler assez et en avoir une quantité suffisante pour en déterminer avec assurance la nature : il ne paraît pas, en supposant qu'elle y existe dans quelques cas contre nature, qu'elle fasse constamment partie du liquide urinaire et qu'on puisse la compter au nombre de ses vrais principes.

73. C'est plutôt sur la substance gélatineuse, sur une vraie gélatine, que porte l'observation du citoyen Séguin dont je viens de parler ; car on sait que ses expériences sur la précipitation de la matière animale par le tannin, et sur cette combinaison tannée inaltérable et imputrescible, sont spécialement relatives au corps gélatineux, puisqu'il a sur-tout insisté sur cette propriété si prononcée dans les dissolutions de colle. Ainsi, en annonçant l'effet du tannin sur les urines, et l'indication de leur état par cet effet, c'est être plus d'accord avec la suite de ses découvertes que d'en attribuer la cause à une matière gélatineuse. D'ailleurs l'existence de la gélatine dans l'urine répond mieux à l'état souvent visqueux et muqueux que présente ce liquide dans un grand nombre de circonstances, ainsi qu'aux flocons et aux filamens glaireux qui y nagent si souvent ou qui s'en précipitent, notamment dans plusieurs affections de la vessie. Il n'est même presque pas douteux que cette gélatine existe dans l'urine citée ici ; mais la question est de savoir si cette matière y est constamment contenue, si elle en fait un des matériaux ordinaires, si elle y existe dans l'état naturel ; en un mot si de l'urine bien liquide et d'une grande limpidité tient parmi ses principes le corps gélatineux. On a quelquefois observé que l'urine évaporée et après

avoir fourni la plus grande quantité de ses sels, prenait une forme visqueuse ; on a même observé qu'elle se figeait en masse : mais cette propriété dépend beaucoup plus de la matière qui lui est particulière et dont il va bientôt être question. Ce n'est donc point à ce caractère qu'on peut reconnaître l'existence de la gélatine, et il ne faut avoir égard qu'au précipité formé par le tannin. Sous ce rapport, le plus grand nombre des urines ne donne qu'une légère précipitation, et n'en donne pas assez sensiblement pour qu'on puisse y regarder la présence de la gélatine comme bien démontrée ou au moins comme constante.

74. Un extrait particulier à l'urine a été admis par Rouelle le cadet qui le regardait comme la cause de sa coloration. Il le distinguait avec soin de la matière savonneuse ou d'un autre extrait qu'il désignait par le nom de savonneux. Il le décrivait comme une matière colorée, brune, assez âcre et sapide, dissoluble dans l'eau non dans l'alcool, susceptible de prendre et de conserver la forme sèche, et facile à séparer par là de la matière savonneuse. Quoique je ne puisse pas nier la présence de ce corps extractif dans l'urine, j'observerai cependant qu'on ne l'obtient ni aussi facilement ni aussi abondamment que Rouelle l'a dit ; que ce n'est point un extrait comparable à ce qu'on nomme ainsi dans les végétaux. Il ne faut pas confondre ce principe, admis par le chimiste français, avec le produit entier de l'urine évaporée, qu'on désigne par le nom d'extrait d'urine, et qui est un mélange d'un grand nombre de matières différentes, sur-tout de substances salines, enveloppées et couvertes de toutes parts de la matière particulière à ce liquide. Rouelle distinguait soigneusement l'extrait dont je parle ici de tous les autres matériaux de l'urine, et il n'entendait pas par ce nom le produit entier de l'urine évaporée. Au reste, depuis son travail, aucun chimiste n'a reparlé de ce principe, et il faut le ranger parmi ceux que je nomme hypothétiques.

75. On a quelquefois trouvé une matière sucrée dans l'urine, spécialement dans une espèce de diabetès ou de flux d'urine, qu'on appelle à cause de cela diabetès miellé ou sucré. C'est sur-tout en Angleterre que l'extraction d'une sorte de corps sucré de l'urine des diabétiques a fait l'objet des travaux de plusieurs médecins. J'en parlerai plus au long dans un des paragraphes suivans ; on voit bien qu'il n'est pas question d'un principe commun ou ordinaire de l'urine, puisque ce n'est pas dans l'état naturel qu'on y trouve cette matière sucrée, et puisqu'elle n'est que le produit d'un changement morbifique. Il faut donc rapporter ce corps aux matériaux fortuits ou accidentels de l'urine, et ne pas le compter parmi ceux qui la constituent ou qui la caractérisent. Cela est si vrai que lorsqu'il y existe, le liquide sorti de la vessie n'est plus ce qu'il devait être dans l'état de santé ; ce n'est plus véritablement de l'urine qui s'écoule ; ce n'est ni le même fluide qui est évacué, ni le même excrément qui s'échappe, ni la même fonction qui s'exécute. Telle est même l'idée générale qu'il faut prendre de l'évacuation rénale assez changée ou modifiée par les maladies, pour qu'elle n'ait plus le caractère qui lui appartient en propre, et pour qu'elle ne ressemble plus à l'urine proprement dite, en un mot pour que ce ne soit pas de l'urine.

76. Plusieurs chimistes ont cru expliquer la nature particulière de l'urine en y admettant une huile atténuée, produit extrême des efforts de la vie et du mouvement des organes. C'est Boerhaave qui a le plus insisté sur cette idée, que beaucoup de physiologistes ont adoptée depuis, et qu'on trouve très-développée et très-étendue dans la grande Physiologie de Haller. Mais il est évident que c'était faute de faits exacts et d'expériences positives sur la nature de l'urine que les médecins chimistes avaient proposé cette opinion, et que cette huile prétendue n'était qu'un principe hypothétique, comme on en adoptait si facilement à l'époque où elle a été

admise. En recherchant d'ailleurs de quelle matière contenue dans l'urine peut se rapprocher davantage ce principe huileux âcre, et produit de l'action vitale portée à son comble ; on trouve que la notion que les chimistes en avaient conçue au commencement de ce siècle, répond, sinon exactement, au moins par des rapports assez marqués à la substance urinaire la plus abondante, qui constitue véritablement cette espèce de liquide excrémentitiel, et que je me reserve de considérer en particulier, à cause de son importance, dans le paragraphe qui va suivre immédiatement celui-ci. Il ne faut donc pas admettre d'huile proprement dite, de principe huileux atténué dans l'urine ; on ne le considère que comme un synonyme impropre, comme une mauvaise et fausse dénomination donnée à un des matériaux les plus importans et les plus remarquables de ce liquide.

77. Aucun chimiste n'a encore ni trouvé, ni indiqué la silice dans l'urine ; mais comme cette terre s'est présentée à nous dans l'analyse d'un calcul de la vessie, et comme elle devait provenir de l'urine d'où le calcul s'était déposé, nous en avons conclu que ce liquide pouvait contenir dans quelques cas la terre silicée. A la vérité, sur plusieurs centaines de calculs vésicaux, qui sont déja par eux-mêmes des productions heureusement assez rares de l'urine, nous n'en n'avons trouvé qu'un où cette terre faisait partie du noyau. Ceci annonce que la présence de cette terre dans l'urine humaine est une chose extrêmement rare, aussi ne la compterai-je pas encore parmi les matériaux de ce liquide. Ce n'est que par acident, par une circonstance morbifique bien peu fréquente, à ce qu'il paraît, que la silice fait partie de cette humeur excrémentitielle. Cependant si l'on réfléchit que cette terre est aujourd'hui trouvée beaucoup plus fréquemment dans les eaux et dans les matières végétales qu'on ne l'en avait crue susceptible, on concevra que s'il est naturel de croire qu'elle existe dans les alimens, il l'est également qu'elle soit évacuée avec l'urine.

Peut-être des recherches ultérieures plus exactes que celles qu'on a encore faites dans ce genre, apprendront-elles que cette terre se rencontre plus souvent qu'on n'osait le penser encore, dans l'excrétion urinaire.

78. Enfin le trentième et dernier principe que l'on a trouvé dans l'urine est celui qui s'y rencontre le plus abondamment, dont j'ai déja plusieurs fois indiqué la présence, qu'on a confondu en le méconnaissant, tantôt avec une huile atténuée, tantôt comme une matière colorante, tantôt comme une espèce d'extrait savonneux ; c'est cette substance qui caractérise véritablement l'urine, qui est elle seule beaucoup plus considérable que tous les autres matériaux de ce liquide pris ensemble, sans laquelle l'urine ne serait pas ce qu'elle est, dont la quantité plus abondante donne à ce liquide les caractères urinaires très-prononcés, et dont la proportion variable produit les principales et les plus saillantes différences que présente l'urine. Comme cette matière joue non seulement un grand rôle par rapport à l'urine, mais encore relativement à toute la masse du corps, et comme sa distinction, ses caractères, et ses propriétés ont jusqu'ici presque entièrement échappé aux chimistes, je la décrirai en particulier et avec soin sous le nom d'urée.

79. D'après ce que j'ai indiqué sur chacun de tous les matériaux divers trouvés ou admis dans l'urine, on peut les partager en quatre classes ; la première, pour ceux qui se trouvent constamment dans ce liquide ; la seconde comprendra ceux qui ne s'y rencontrent que rarement, accidentellement, et souvent par des causes morbifiques ; à la troisième je rapporterai les matières formées par la fermentation, et qu'on n'extrait que de l'urine altérée ; enfin je placerai dans la quatrième ceux qui ne sont que supposés et hypothétiques.

Il y a onze des trente principes indiqués qu'on montre constamment dans l'analyse de l'urine, et qui la constituent véritablement : de sorte qu'on peut les considérer comme des

excrémens qui doivent sortir par cette voie hors du corps humain. Tels sont l'urée, la matière animale gélatineuse, le muriate de soude et d'ammoniaque, les phosphates de soude et d'ammoniaque, séparés ou réunis en sel triple, le phosphate de chaux, le phosphate de magnésie, l'acide phosphorique, l'acide urique et l'acide benzoïque. Leur proportion respective varie suivant une foule de circonstances; mais l'urine naturelle et bien constituée est toujours une dissolution de ces onze substances dans une grande quantité d'eau.

80. Il y a eu trop de chimistes qui ont parlé de plusieurs autres matières dans l'urine, et leurs assertions méritent trop de confiance pour qu'on n'admette pas ces matières, quoique les dernières expériences apprennent qu'elles y sont rares et comme accidentelles. Il faut placer dans cette seconde classe de matériaux de l'urine le muriate de potasse, indiqué par Rouelle le cadet; le sulfate de soude, admis par le même chimiste, ainsi que le sulfate de chaux; l'oxalate calcaire, qui doit en faire partie dans le cas de production de calcul mûral; la substance sucrée, qui existe dans le diabetès miellé et peut-être dans quelques autres circonstances morbifiques; la silice et l'albumine. On voit que ces matières peuvent exister en même temps que les douze précédentes, qu'elles ne contrarient pas leur présence, et que leurs attractions leur permettent de s'y rencontrer et d'y rester avec leur nature, sans dénaturer celle des matériaux constans et comme essentiels à ce liquide.

81. Quand l'urine est fermentée, outre les matières qu'elle tient constamment, il s'y est formé aux dépens de l'urée et de la substance animale, les seuls principes altérables et fermentiscibles qu'elle contient, de l'acide acéteux, de l'ammoniaque et de l'acide carbonique: de sorte qu'on y trouve alors, outre ces principes, les additions des suivans, le benzoate, l'urate et l'acétite d'ammoniaque, du phosphate ammoniaco-magnésien, et du carbonate d'ammoniaque.

L'urée n'y est plus ni aussi abondante, ni dans son état primitif; sa couleur brune et les dépôts foncés qui s'y forment prouvent qu'il s'en sépare une portion de carbone : ainsi une fois fermentée, ou altérée par le mouvement intestin qui s'y excite si facilement et si promptement, l'urine n'est véritablement plus la même liqueur qu'elle était dans son état naturel et sain.

82. Quant aux principes que je regarde comme hypothétiques, parce qu'on n'en a jamais prouvé l'existence, et parce qu'on n'en a admis la présence que d'après de vraies suppositions, je ne trouve que cinq matières qui soient véritablement dans ce cas; savoir, l'acide particulier de M. Gaertner, la matière colorante, le principe odorant, l'extrait et l'huile atténuée. J'ai prouvé, dans les numéros précédens, que ces principes étaient en effet plutôt imaginés que prouvés dans l'urine. On doit voir que par cette considération détaillée sur chacun des matériaux, je suis parvenu à faire connaître avec précision les véritables matières constituantes de l'urine, et à donner sur cette liqueur une notion plus exacte que ce qui en avait été présenté jusqu'à présent. Il est facile de sentir aussi que j'ai eu raison d'offrir l'urine, soit comme le liquide animal qui avait donné lieu au plus grand nombre de découvertes, soit comme une des matières qui ont fourni les applications les plus utiles à la physique des animaux.

§. VI.

Examen particulier de la substance urinaire ou de l'urée.

83. J'ai déja indiqué un grand nombre de fois, dans les numéros précédens de cet article, la matière particulière dont je vais traiter. C'est elle qui donne à l'urine sa couleur, son odeur, une partie de sa saveur, et en général toutes les pro-

priétés qui la caractérisent liquide urinaire. Sans sa présence il n'y aurait pas de véritable urine ; et si le liquide sorti de la vessie n'en contient pas dans quelques circonstances, il n'a plus les véritables caractères de l'urine, et c'est en quelque sorte un liquide étranger à sa propre nature. Jamais les chimistes, les physiologistes et les médecins n'ont encore considéré cette matière sous un pareil point de vue ; et cependant elle est digne de toute leur attention, soit relativement aux singulières propriétés qui la distinguent, soit relativement aux rapports importans qu'elle offre avec les phénomènes de l'économie animale. Boerhaave, Margraff, Schlosser, Pott l'avaient cependant entrevue. Rouelle le cadet en avait décrit quelques propriétés, sur-tout sa cristallisation, sa déliquescence, sa dissolubilité dans l'alcool, sa conversion abondante en ammoniaque, et il avait essayé de la distinguer par le nom de matière savonneuse. Schéele l'avait mal désignée par la dénomination de matière extractive huileuse. Cruischanck en a mieux saisi, dans ces derniers temps, quelques propriétés particulières, sur-tout sa cristallisation avec l'acide nitrique, mais il la nomme encore matière extractive animale.

84. Dans nos recherches longues et pénibles sur l'urine, nous avons porté, le citoyen Vauquelin et moi, une attention très-particulière à cette substance, parce que nous l'avons reconnue comme la cause et la source de plusieurs propriétés très-remarquables ; elle s'est offerte à nous dans une foule de circonstances et de phénomènes qui n'avaient point été assez bien observés par les chimistes : elle nous a fait voir sa nature propre et très-différente de celle de toute autre substance animale, comme constituant et caractérisant l'urine, en telle sorte que ce liquide nous a semblé ne pas pouvoir exister sans elle.

Nous avons trouvé dans son étude approfondie la nécessité de lui donner un nom qui pût détruire les notions anciennes, incomplètes, erronées même, qu'on en avait données avant

nous, qui servît à la caractériser, comme matière animale bien distincte et formant l'urine par sa dissolution dans l'eau. Voilà pourquoi nous avons adopté le mot d'*urée*, qui tient d'assez près à celui d'urine, dont il ne diffère que par sa terminaison, pour rappeler tout à la fois sa nature particulière et son rapport intime avec la production de ce liquide. Ainsi on ne pourra plus la confondre avec un extrait, un savon, une huile, dont les propriétés s'éloignent dans un grand nombre de points de celles de cette matière particulière.

85. Il faut rapeler d'abord la manière d'obtenir l'urée aussi pure qu'il est possible ; car nous n'avons pas pu encore l'isoler entièrement de quelques-uns des autres matériaux contenus dans l'urine. J'ai dit plus haut que l'urine évaporée à une chaleur douce jusqu'à la consistance de sirop épais, se prenait par le refroidissement en une masse solide, brune, grenue, que Boerhaave et Rouelle avaient comparée à un sapa ou à une espèce de miel. Cette masse est un mélange de douze matières différentes, puisqu'elle est vraiment un extrait entier de l'urine ; mais l'urée en fait la plus grande partie ; et sa dissolubilité dans l'alcool, tandis que la plupart des autres matériaux de ce liquide n'y sont pas dissolubles, nous a servi à l'obtenir presque pure. Pour cela on verse sur la masse brune, grenue, quatre fois son poids d'alcool bien rectifié, à plusieurs reprises et dans un vase placé sur un feu doux ; la liqueur, en dissolvant presque tout, prend une couleur brune, foncée, et laisse la plus grande partie des matières salines assez pures : Rouelle avait conseillé un pareil moyen pour purifier les sels de l'urine. La dissolution alcoolique, placée dans une cornue de verre, doit être distillée au bain de sable ; il passe un alcool fétide chargé de carbonate d'ammoniaque, faisant effervescence avec les acides, qui lui donnent une couleur rose. Quand la liqueur est en consistance de sirop épais, elle ne contient presque plus d'alcool ; en refroidissant,

elle se cristallise en lames entre-croisées, comme quadrangulaires, découpées ou incomplètes sur leurs bords, d'un blanc jaunâtre brillant, brun dans quelques-unes de ses surfaces. C'est là l'urée mêlée d'un peu de muriate d'ammoniaque, ainsi que d'acide benzoïque dont il est impossible de la priver entièrement; mais elle est assez pure pour présenter les propriétés qui la caractérisent.

86. L'urée ainsi préparée est toute cristallisée; mais il nous a été impossible encore de déterminer exactement la forme de ses lames micacées, brillantes, toujours groupées, serrées les unes contre les autres, et toujours incomplètes. Quoique non susceptible de description exacte jusqu'ici, cette forme offre cependant un aspect qui la distingue assez de toute autre substance animale, de quelque nature qu'elle soit, pour qu'on puisse la confondre, et pour qu'on ne la reconnaisse pas facilement. Elle exhale une odeur fétide, alliacée et forte, qui repousse les animaux et qui semble affecter dangereusement les nerfs et le cerveau quand on y est exposé pendant quelque temps. Elle adhère au vase qui la contient; elle est assez difficile à couper ou à casser; dure, grenue, très-consistante dans son centre, elle devient molle et comme un miel épais à sa surface; elle absorbe fortement l'humidité de l'air, et la portion qui se dissout par cette déliquescence coule en un liquide épais tout autour de la masse, qu'il détache en partie des parois du vase, et qu'il brunit dans tous les points où il s'insinue. Sa saveur âcre, piquante, très-désagréable, imite celle des sels ammoniacaux.

87. L'urée, introduite avec précaution dans une cornue de verre à bec large et court, à laquelle on adapte un récipient et l'appareil pneumato-chimique, se comporte au feu et dans la distillation d'une manière qui lui est particulière. Elle se fond promptement; il s'en élève d'abord une fumée blanche qui se condense sur les parois de la cornue en lames reconnaissables pour de l'acide benzoïque : bientôt le premier su-

blimé est remplacé par du carbonate d'ammoniaque cristallisé, dont la production continue sans interruption jusqu'à la fin de l'opération. On n'obtient ni liquide aqueux, ni huile en quantité sensible ; seulement le produit sublimé est bruni. L'air de l'appareil, poussé dans les cloches placées à l'extrémité, est imprégné d'une odeur fétide, alliacée et analogue à celle du poisson pourri. Il entraîne en dissolution du carbonate d'ammoniaque qu'on reconnaît par le précipité qu'il occasionne dans l'eau de puits, dont on se sert souvent pour remplir la cuve pneumato-chimique. Son odeur infecte devient atroce et vraiment insupportable quand la chaleur est d'une grande intensité. La matière de la cornue se trouve alors sèche, noirâtre, et recouverte d'une croûte blanche, soulevée, qui s'élève à la fin en une vapeur lourde, et s'attache à la partie la plus basse de la voûte et de la cornue : c'est du muriate ammoniacal. On ne voit rien de plus dans cette opération poussée pendant deux heures, et jusqu'à ce que la cornue soit bien rouge et près de fondre. Le résidu charbonneux dégage, quand on y jette de l'eau, une odeur d'acide prussique : brûlé à feu ouvert, il s'en exhale encore du carbonate d'ammoniaque et une odeur prussique d'amandes amères ; il laisse un centième du poids de la matière primitive d'une cendre blanche âcre, qui verdit le sirop de violettes, et qui contient un peu de carbonate de soude.

88. Recommencée plusieurs fois, et avec tout le soin possible, quelque désagréable qu'elle soit, cette distillation n'a pu nous fournir que quelques notions générales sur la nature de l'urée ; elle nous y a montré de l'acide benzoïque, du muriate d'ammoniaque, et un peu de muriate de soude accompagnant cette matière ; elle nous l'a fait voir elle-même comme très-décomposable par le feu, donnant de l'ammoniaque pour le plus abondant de ses produits, ne fournissant point d'eau ni d'huile, formant aussi de l'acide carbonique et de l'acide prussique, ne donnant ni gaz hidrogène, ni gaz acide car-

bonique, ni gaz azote, assez abondans au moins pour les obtenir isolés. Nous avons dû conclure de ce genre d'analyse que les principes constituans de l'urée, séparés par le feu, s'unissent presque tous deux à deux, le carbone avec l'oxigène, l'azote avec l'hidrogène; qu'ils ne s'unissaient tous ensemble que pour la plus petite partie et dans la proportion convenable pour former un peu d'acide prussique; que la grande quantité d'ammoniaque, qui l'emporte beaucoup sur les autres produits de cette décomposition, annonçait la proportion de l'azote plus grande que celle de tous les autres principes de cette matière; enfin, que la formation de l'acide carbonique, assez abondant pour saturer l'ammoniaque, y prouvait la présence de l'oxigène : en sorte que l'urée paraissait être un composé quaternaire d'azote, d'hidrogène, de carbone et d'oxigène, où le premier de ces principes dominait.

89. L'urée est extrêmement dissoluble dans l'eau, comme le prouve sa déliquescence. Quand on y verse un peu d'eau, elle l'absorbe assez promptement, elle s'y délaie vîte, produit un refroidissement sensible, et prend une couleur brune et un état épais. Si l'on jette des masses cristallines d'urée dans ce liquide, elle s'y fond, en offrant des stries épaisses et brunes. Quand la dissolution est bien liquide et claire, ce qui a lieu avec quatre ou cinq parties d'eau sur une partie d'urée; agitée dans l'air, elle exhale quelques fumées blanches qui paraissent dépendre du dégagement de l'ammoniaque, sensible par l'odeur qui se développe en même temps. Cette liqueur, abandonnée à elle-même dans un vaisseau bouché, se conserve long-temps sans altération; en y ajoutant une matière animale, soit de l'albumine, soit de la gélatine, elle fermente au bout de quelques jours et se change en acide acéteux et en ammoniaque. C'est à sa grande proportion et à sa pureté qu'est due l'inaltérabilité de quelques urines très-colorées, tandis que celles qui tiennent en même temps une substance gélatineuse faisant fonction de ferment, s'altèrent plus ou moins

facilement et promptement. L'urée, dans cette distillation avec l'eau, donne aussi des traces très-sensibles d'acide acéteux.

90. La dissolution aqueuse de l'urée, traitée par le feu, nous a présenté un phénomène beaucoup plus important et instructif que la distillation de l'urée sèche et seule. Distillée à un feu très-doux, conduit jusqu'à l'ébullition, elle a donné de l'eau très-claire et chargée de carbonate d'ammoniaque ; on y a ajouté quatre parties d'eau, quand la liqueur a été épaissie et en consistance de sirop, et on a obtenu le même produit légèrement coloré ; trois autres additions successives d'eau ont fourni encore du carbonate d'ammoniaque liquide, seulement de plus en plus coloré, et dont il s'est précipité un peu de carbone. On a obtenu ainsi près des deux tiers du poids de l'urée en carbonate d'ammoniaque, et la portion qui restait dans le dernier résidu étoit encore de l'urée non décomposée, susceptible de se convertir en ce sel. Ainsi la seule température de l'ébullition, qui n'altère point sensiblement dans leur composition intime les substances animales proprement dites, décompose avec facilité l'urée, qui présente un équilibre bien moins permanent dans sa nature, et une conversion en carbonate d'ammoniaque infiniment plus facile, comme elle est plus abondante et plus prompte que dans aucune autre substance animale, quelle qu'elle soit. Ainsi il y a cette différence très-notable entre les composés animaux ordinaires et ce composé essentiellement urinaire, que les premiers se cuisent et deviennent plus alimentaires et plus disposés à la digestion par cette température de l'ébullition de l'eau, tandis que l'urée se décompose et se change en ammoniaque et en acide carbonique par ce degré de chaleur. Cette facile et bien remarquable décomposition est sur-tout très-particulière à ce produit de l'animalisation, sous le rapport de la formation de l'acide carbonique, qui exige ordinairement dans les autres matières où on l'observe une température bien supérieure à celle de l'eau bouillante. Tout se réunit donc

pour prouver que l'urée est plus décomposable et bien moins durable ou permanente dans sa composition qu'aucune autre matière animale connue jusqu'ici, et qu'il ne lui faut qu'un léger changement d'équilibre pour la faire passer à l'état d'ammoniaque et des acides carbonique, prussique et acéteux.

91. Parmi les altérations que les acides produisent sur l'urée, il faut sur-tout distinguer celle que présente l'acide nitrique, parce que l'action des autres n'a rien de comparable, ni qui mérite spécialement notre attention. En effet, l'acide sulfurique concentré la brûle; le muriatique, le phosphorique, le fluorique et le carbonique n'y produisent aucune altération. L'acide muriatique oxigéné la décompose, la sépare en partie de l'eau où elle est dissoute sous la forme de flocons jaunes, en précipite du carbone, en dégage du gaz acide carbonique et du gaz azote, en met aussi une petite portion à l'état huileux, et décompose l'ammoniaque, qu'elle forme d'abord, et dont on s'aperçoit par l'effervescence longue, et les bulles très-petites mais continuelles qui se dégagent de la liqueur pendant un temps très-long. Le produit de cette effervescence est du gaz azote.

L'acide nitrique agit sur l'urée de trois manières différentes, suivant le procédé qu'on suit pour cette action. Si on jette sur cette matière solide et cristallisée de l'acide nitrique très-concentré, il s'excite un mouvement d'ébullition considérable; l'urée se boursoufle beaucoup, exhale une vapeur rouge très-épaisse dans l'air sans s'enflammer, et se trouve ensuite, soit en cristaux solides et jaunâtres, soit en liqueur d'un rouge très-brillant: l'action est si violente, qu'il n'est pas possible de recueillir le gaz.

Quand on verse de l'acide nitrique plus faible, mais cependant assez fort, sur une dissolution épaisse d'urée dans l'eau, on voit se former sur-le-champ des cristaux lamelleux rayonnés, d'un blanc jaunâtre, doux et onctueux au toucher, très-abondans, qui remplissent presque le vase, et qui paraissent être une combinaison de la matière non ou peu altérée avec

l'acide nitrique. On obtient le même résultat avec l'urine fortement évaporée, traitée par l'acide nitrique un peu concentré. Ce singulier effet, déja remarqué par M. Cruicshanck, est tellement particulier à l'urée, qu'il la caractérise et la distingue par là de toutes les autres matières possibles ; il mérite encore d'être décrit et examiné avec beacoup d'attention.

Enfin, si l'on distille de l'acide nitrique sur de l'urée dissoute dans l'eau, on obtient, par une effervescence qui dure plusieurs jours de suite, une quantité énorme de gaz acide carbonique et de gaz azote ; il se dégage aussi du gaz acide prussique : les produits reçus dans l'eau la rendent âcre et très-piquante. Quand la matière contenue dans la cornue commence à s'épaissir, elle s'enflamme avec une forte explosion, et il ne reste qu'un léger résidu gras, brunâtre ou même noirâtre, dont la lessive faite avec l'eau précipite le sulfate de fer en bleu. Dans cette opération, l'urée se décompose ; elle donne beaucoup de gaz azote et d'ammoniaque, qui produit, avec l'acide nitrique, la détonation indiquée ; il se forme aussi beaucoup de gaz acide carbonique et un peu d'acide prussique. Une portion de son carbone se précipite ; le produit liquide a une couleur jaunâtre, et il est couvert d'un peu d'huile.

92. Les alcalis caustiques, en dissolvant et ramollissant l'urée cristallisée, en dégagent de l'ammoniaque, et décomposent d'abord la portion de muriate ammoniacal qui y est contenue. Si l'on chauffe une dissolution de cette matière avec une lessive d'alcali fixe pure, il se volatilise beaucoup d'ammoniaque, et la potasse se trouve ensuite quadruplement combinée avec les acides benzoïque et muriatique naturellement contenus dans l'urée, et avec les acides acéteux et carbonique, qui s'y forment pendant l'action de l'alcali et du calorique sur cette matière. Si l'on distille ensuite l'urée mêlée d'alcali, qui a déja réagi sur elle, avec de l'acide sulfurique, on obtient de l'eau chargée d'acide acéteux et d'un peu d'acide benzoïque.

Ainsi l'urée se comporte avec les alcalis comme dans la décomposition lente et spontanée, et comme par l'action d'un feu doux ; on la voit toujours se convertir en ammoniaque, en acide carbonique et en acide acéteux ; ses principes constituans quittent leur combinaison quaternaire pour en former plusieurs binaires et une de trois matériaux, mais toujours dans le même ordre que celui qui a été observé jusqu'à présent.

La barite et la strontiane produisent absolument le même effet que la potasse et la soude. L'ammoniaque n'exerce sur l'urée aucune action sensible. La chaux en dégage l'ammoniaque de son muriate par la simple trituration : si elle est très-vive, elle commence par en absorber l'humidité, avec laquelle elle s'échauffe ; elle la dessèche ensuite et en opère en partie la décomposition : tant l'urée est disposée à passer presqu'en totalité à l'état de carbonate d'ammoniaque.

93. Une des plus remarquables, des plus singulières et en même temps une des plus caractéristiques propriétés de l'urée, consiste dans l'influence qu'elle a sur la cristallisation de deux sels contenus dans l'urine. Cette influence que le hasard nous a d'abord présentée, et qu'il nous eût même été impossible de reconnaître sans les longues recherches que nous avions entreprises, le citoyen Vauquelin et moi, sur l'urine et sur ses divers produits, est un des phénomènes qui pourront servir quelque jour à la connaissance de la cristallographie. Ayant examiné avec beaucoup de soin des cristaux octaèdres très-réguliers formés dans des lessives de sel d'urine mis en purification, nous reconnûmes qu'ils étaient composés de véritable muriate de soude intimement sali par une matière colorante brune ; au contraire, des cristaux cubiques formés dans des circonstances pareilles, et provenant de sels urinaires, nous offrirent toutes les propriétés du muriate d'ammoniaque. Cette espèce d'inversion réciproque dans la forme de deux sels, dont le premier est naturellement cubique et le second octaèdre, ayant attiré toute notre attention et excité notre surprise, nous

crûmes devoir rechercher quelle pourrait en être la cause. En calcinant ou chauffant assez fortement ces sels, qui, ainsi changés de figure, étaient toujours colorés, nous brûlâmes leur matière colorante ; en les dissolvant et les faisant cristalliser par plusieurs lessives successives, il s'en sépara une substance charbonnée, et nous parvînmes à les obtenir sous leur forme primitive, le muriate de soude en cubes, et le muriate d'ammoniaque en octaèdres. Soupçonnant alors que leur changement de forme était dû à la matière colorante interposée entre leurs molécules primitives, nous avons essayé de produire cette modification artificiellement ou à volonté, et le succès a promptement répondu à nos espérances. En dissolvant dans une dissolution d'urée, d'une part du muriate de soude très-pur, et de l'autre du muriate d'ammoniaque également purifié, nous avons abandonné ces dissolutions salines à l'évaporation spontanée ; il s'y est formé au bout de quelques jours, dans la première, des cristaux régulièrement octaèdres, et, dans la seconde, des cristaux régulièrement cubiques, sans que chaque sel ait changé de matière. La même expérience, faite en saturant de l'urine fraîche de l'un et de l'autre de ces sels, nous a offert le même résultat.

94. On savait depuis long-temps que l'urine saturée de sel marin, et exposée ensuite à une évaporation lente au soleil, fournissait de gros cristaux octaèdres ; mais on attribuait cet effet aux divers sels contenus dans ce liquide, et on n'avait alors aucune notion de la matière particulière que je nomme *urée*, et qui produit ce phénomène singulier. Mongez l'aîné, perdu avec l'infortuné Lapeyrouse, avait indiqué cette expérience dans le Journal de physique, il y a près de vingt ans ; mais depuis cette annonce aucun chimiste ne s'en était occupé, et l'on s'était contenté de la vérifier dans quelques laboratoires, sans en rechercher la véritable cause. Sans doute cette modification, produite dans les cristaux de muriate de soude et d'ammoniaque par l'urée dissoute dans la même eau qu'eux,

et conséquemment dans l'urine, où elle a trompé long-temps les chimistes et fait douter spécialement à Rouelle de la présence du sel ammoniac dans ce liquide, doit avoir lieu pour d'autres matières salines, et il n'est pas présumable qu'elle se borne à ces deux sels muriatiques. Peut-être les phosphates urinaires cristallisables prennent-ils, par la présence de l'urée qui les salit même après plusieurs dissolutions et cristallisations successives, une forme un peu différente de celles qu'ils doivent avoir dans leur état de pureté. Nous n'avons pas pu encore vérifier cette vue, qu'il est permis et naturel d'avoir, et qu'il faudra étendre même pour plusieurs autres substances salines sur lesquelles il est présumable que l'urée doit exercer une influence susceptible de modifier leur forme. C'est une nouvelle carrière qui s'offre aux chimistes, et qui, en indiquant un caractère très-remarquable et très-distinctif dans la substance urinaire, peut les conduire à quelques découvertes importantes sur les causes et les circonstances des variations de forme dont les matières salines sont si souvent affectées dans la nature comme dans l'art.

95. L'urée se mêle et s'unit avec beaucoup de matières végétales dissolubles comme elle dans l'eau; elle paraît, en raison de sa grande dissolubilité, être dans le cas de séparer de ce liquide quelques-uns des matériaux immédiats des végétaux, qui ont moins d'attraction avec lui qu'elle n'en a elle-même; tels que le muqueux fade et le sucré. Du reste nous n'avons encore que des notions imparfaites sur cette action réciproque; nous ignorons de même quelle est sa manière d'agir sur les huiles, quoiqu'il soit vraisemblable qu'elle les rende nuisibles à l'eau, et que l'urine sert ainsi au dégraissage et au foulage.

L'alcool dissout facilement l'urée, moins abondamment cependant et moins vîte que ne le fait l'eau. Il la dissout bien plus aisément à l'aide de la chaleur; et comme l'urée s'en précipite par le refroidissement et en se cristallisant, c'est le

moyen de l'obtenir sous la forme régulière que nous avons pratiquée et qui nous a réussi, comme je l'ai dit ci-dessus (n°. 85). Quand on fait bouillir quelque temps la dissolution alcoolique d'urée, cette matière se décompose lentement, passe en grande partie à l'état de carbonate d'ammoniaque, lequel se dégage et s'élève en vapeur avec l'alcool qui se volatilise. On voit ici un effet analogue à celui de l'eau bouillante, et une même tendance de la part de l'urée à passer à l'état de sa décomposition accoutumée ou comme habituelle.

Nous n'avons encore rien fait sur les combinaisons de l'urée avec d'autres substances animales; il ne nous a pas encore été possible d'apprécier les attractions et les rapports qui existent entre elle et ces substances; sans doute il reste quelques découvertes utiles à faire sur cet objet.

96. Dans l'état où sont nos recherches à l'égard de ce composé urinaire, quoique peu avancées encore relativement à ce que cette nouvelle carrière promet à des travaux ultérieurs, elles suffisent cependant pour prouver ce que j'ai déja avancé, que cette substance diffère de toutes les autres matières; qu'elle est d'un genre très-particulier; que c'est un composé où l'azote prédomine, qui se montre comme le produit le plus animalisé possible, comme le dernier terme de l'animalisation, que l'on peut regarder comme un excrément dont la nature doit se débarrasser, et que la vie doit repousser loin de son foyer. Les propriétés prononcées et caractéristiques qui conduisent à cette conclusion, sont sa saveur et son odeur fortes; sa disposition à se cristalliser; sa décomposition si facile par un grand nombre d'agens, et toujours dans le même mode; son passage à l'état d'ammoniaque, d'acide carbonique, d'acide acéteux et d'acide prussique; son extrême tendance à l'altération putride, qu'elle éprouve sur-tout lorsqu'elle est mêlée à un peu de matière animale étrangère à sa propre nature; et jusqu'à la remarquable influence qu'elle exerce sur la forme d'ailleurs si constante, si tenace même des deux sels qui sont

connus jusqu'ici pour ne varier qu'avec la plus grande difficulté.

§. VII.

Des variétés de l'urine humaine.

97. Je n'ai traité jusqu'ici que de l'urine de l'homme adulte, sain et dans l'état le plus naturel, le plus commun ; mais cette liqueur n'est pas toujours constante et identique. En considérant tous les genres de variations dont l'urine est susceptible, et qu'il est important de connaître pour la physique animale et la médecine, je trouve six sources principales de la diversité des caractères qui l'affectent, ou six genres de causes qui la font différer, et qui toutes méritent une égale attention de la part des physiciens. En effet, les urines varient, 1°. suivant les âges de l'homme ; 2°. suivant les heures de la journée ; 3°. dans les saisons diverses ; 4°. suivant les alimens ; 5°. d'après les passions ; 6°. dans les maladies. Chacune de ces causes influe d'une manière très-variée sur la nature de l'urine. L'art de guérir a indiqué un grand nombre de ces variétés, mais seulement d'après les apparences sensibles ou les caractères extérieurs. C'est à l'analyse chimique à déterminer la véritable nature de ces différences, et malheureusement elle n'a presque rien fait encore sur cette importante partie de la physique animale. Aussi ce que j'aurai à exposer sur ce sujet ne sera qu'un faible aperçu de ce que l'art doit posséder quelque jour, une série des vues que présente ce genre de recherches, plutôt qu'un détail exact de ce qu'elles ont appris.

98. L'usage influe très-certainement sur la nature de l'urine. On a déja remarqué que celle que contenait la vessie du fœtus dans le sein de sa mère était sans couleur, sans odeur, et presque muqueuse. Celle des enfans, dans les premières années de leur vie, ne contient point de phosphates terreux, et se

trouve chargée d'acide benzoïque ; elle est aussi peu colorée, peu âcre, peu odorante, et ne fournit qu'une petite portion d'urée. Il semble que cet excrément ne soit que le produit du travail de la vie parvenue à toute sa force, et d'un trop plein de matière animalisée qui n'existe point encore dans les jeunes sujets. Le phosphate de chaux ne s'y montre pas non plus, parce qu'il n'y en a pas d'excès dans les humeurs tant que le travail de l'ossification n'est pas terminé, que les os n'ont pas pris encore et leur accroissement complet et leur solidité entière. L'adulte, où ces fonctions sont fixées, et qui admet un superflu plus abondant de sa nourriture, donne une urine forte, chargée de sels, de phosphates terreux, d'acide phosphorique, d'urée et d'acide urique, telle qu'elle a été considérée dans cet article. Chez les vieillards les sels augmentent ; à l'urée se joignent souvent un mucilage nutritif et une grande quantité d'acide urique et de phosphate calcaire dont le système osseux est surchargé : aussi sont-ils plus sujets aux calculs. Il manque cependant encore une analyse comparée de l'urine dans les différens âges.

99. Les heures du jour plus ou moins rapprochées ou éloignées de celles du repas ont une grande influence sur la nature de l'urine de l'homme. J'ai déja distingué ailleurs, avec les physiologistes les plus éclairés, et sur-tout Haller, l'urine de la boisson, l'urine du chyle, et celle de la digestion ou de la coction. La première, qui sort peu de temps après le repas, est blanche, sans couleur, et semble n'être presque que de l'eau ; son abondance et le peu de temps après la boisson où elle coule, ont fait penser que c'était l'eau reçue dans l'estomac qui passait presque immédiatement dans la vessie : ce n'est point de l'urine proprement dite, quand elle n'a pas de couleur citrine. La légère couleur jaune qu'elle a quelquefois doit la faire regarder comme de l'urine très-délayée, dont l'urée est étendue d'une grande quantité d'eau. Telle est ordinairement celle qui sort trois ou quatre heures après le repas, et

qui à ce caractère réunit celui d'être souvent chargée de l'odeur des alimens. L'urine n'est bien constituée, complétement formée que sept à huit heures après le repas, et lorsque la distribution du chyle dans le sang est entièrement opérée : alors elle est colorée, odorante, aromatique, saline, et chargée d'urée, comme celle qui a été décrite dans les paragraphes précédens.

100. On ne connaît pas encore, à beaucoup près, toute l'influence des saisons sur les variations de l'urine ; on voit bien seulement qu'elle est de deux sortes : l'une, qui est relative à la nature même de ce liquide, tel qu'il sort de la vessie ; et l'autre, qui s'exerce d'après la température extérieure sur l'urine une fois sortie de ses couloirs. En général on sait communément que l'urine des saisons chaudes et dans les climats ardens est très-colorée, très-âcre, produit un sentiment de cuisson dans les canaux par lesquels elle passe. On attribue cet état, qui tient plus de sel, plus d'urée et par conséquent moins d'eau, à la grande évaporation de ce liquide, qui s'opère dans les hautes températures de l'air, et à la transpiration abondante qu'on croit exister dans cette circonstance. Je pense qu'il est dû beaucoup plus encore à la tendance que les humeurs et toute l'économie animale ont alors pour passer à la putréfaction, à l'excès d'animalisation qui appartient à la température très-élevée de l'air, à une plus grande combustion d'hidrogène dans le poumon, et que, sous ce rapport, le véritable caractère de l'urine des saisons chaudes et des climats chauds consiste dans une très-grande proportion d'urée. L'influence d'une haute température sur l'urine au dehors du corps est, comme on sait, une décomposition et une ammoniacation beaucoup plus promptes, ainsi que la cristallisation plus rapide des sels.

101. L'urine de l'hiver et des hommes qui habitent des pays très-froids est souvent aussi très-colorée, très-rouge, et se trouble promptement et abondamment au sortir de ses canaux. Je ne

parle point ici de l'urine très-abondante et quelquefois peu colorée qu'on rend subitement dans cette saison et ces climats, lorsqu'on passe d'un lieu chaud dans un endroit froid. Elle semble n'être qu'un refoulement d'eau de la peau vers les reins et la vessie, dans le cas opposé d'urine rouge, peu abondante et très-âcre, qu'on rend souvent l'hiver après un exercice un peu long en plein air, pendant lequel l'agitation de ce fluide et son renouvellement réitéré autour de notre corps lui ont fait enlever beaucoup d'eau par la transpiration cutanée et pulmonaire. Cette urine se trouble très-vîte après qu'elle est sortie; il s'y forme un dépôt blanc de phosphates terreux; il s'en sépare beaucoup de cristaux rouges, qui sont de l'acide urique pur, et elle donne par l'évaporation beaucoup de phosphate de soude; de plus elle ne s'altère que très-lentement et très-difficilement; elle n'est par elle-même ni autant susceptible de décomposition que celle de l'été, ni influencée à cet égard par la chaleur de l'air comme dans cette dernière saison. Elle m'a paru, toutes choses égales d'ailleurs, spécialement considérée dans un adulte sain, vigoureux, et qui résiste sans maladie aux diverses températures extérieures, beaucoup plus saline, chargée de phosphates et d'acide urique, et contenant moins d'urée et moins de matière gélatineuse pendant le froid que pendant la chaleur. Au reste, cet aperçu, qui tient à tout l'ensemble des fonctions animales, mérite d'être suivi avec plus de soin et de suite que je n'ai pu encore le faire: c'est à l'expérience à le confirmer encore.

102. Les alimens ont des rapports très-remarquables avec la nature et la propriété de l'urine: outre l'odeur de l'ail, des résines, etc. qui passe quelquefois très-rapidement de l'estomac et même de la peau à la vessie, et se communique en quelques minutes à l'urine; il est des changemens plus importans et qui dépendent manifestement du caractère des alimens. La couleur rouge de la betterave, jaune orangée de la rhubarbe, celle de la garance se portent souvent sur

les urines et font varier sa nuance naturelle ou la changent totalement. Le professeur Roux racontait, dans ses cours, l'histoire d'un homme qui rendait une urine si rouge, qu'il croyait pisser le sang : comme il n'éprouvait ni douleurs, ni mal-aise, et n'avait pas même la plus légère apparence de symptômes d'une maladie dans les organes urinaires, Roux, en s'informant avec exactitude de la nature des alimens et des boissons dont il faisait usage, apprit que cet homme avait mangé beaucoup de betterave rouge depuis quelques jours : et en effet la seule cessation de cet aliment fit revenir les urines à leur état naturel.

L'odeur que les asperges communiquent à l'urine doit être assurément comptée parmi les phénomènes les plus extraordinaires produits sur cette liqueur par les alimens. On connaît toute sa fétidité ; mais on ignore encore en quoi ce changement consiste, si c'est une matière ajoutée à l'urine, et quelle est sa nature, ou si ce n'est qu'une modification particulière de l'urée ou d'autres matériaux de cette liqueur. L'influence opposée que la térébenthine, les baumes, les résines et les huiles volatiles en général exercent sur l'urine dont elles changent l'odeur en un parfum de violettes, et avec une rapidité d'action qui étonne toujours l'observateur, n'est pas moins digne de remarque. L'état de la physique animale exige aujourd'hui qu'on ne s'en tienne pas à en conclure que ces corps sont diurétiques, mais qu'on recherche, ainsi que pour les autres genres de modifications portées dans l'urine par les alimens et les médicamens, à quoi ces singuliers changemens sont dus. Ce sera par des recherches chimiques exactes qu'on trouvera la cause de ces phénomènes.

103. On voit même les passions influer sur la nature des urines : la frayeur, le chagrin, la tristesse en général et les affections de l'ame qui agitent la machine, des secousses subites sur-tout, font souvent couler des urines abondantes,

supérieures en quantité à la boisson prise, et qui sortent au moment même de ces affections. Ces urines sont blanches, crues, sans odeur et sans saveur, et presque uniquement formées par de l'eau. Cet effet est connu des mères, qui, lorsque leurs enfans ont éprouvé de la frayeur par une cause quelconque et le plus souvent par une chûte ou par un coup, ne manquent jamais de les inviter à pisser, et savent bien qu'ils y sont très-disposés. On sait que le besoin de boire de l'eau fraîche se fait sentir au même instant, et qu'il semble que la nature nous engage à réparer ainsi la perte d'eau que la peur occasionne. Ce phénomène a lieu jusque dans les animaux domestiques qui, en partageant nos jouissances sociales, participent en même temps à nos passions et à nos maux. On le remarque aussi bien plus fréquent et plus sensible dans leur jeunesse que dans leur âge adulte. Le jeu des reins et de la vessie est encore trop peu connu pour qu'on puisse savoir d'où dépend immédiatement cet effet.

104. Mais les cinq genres ou variétés d'urine qui viennent d'être examinées d'après l'influence des âges, des heures du jour, des saisons de l'année, des alimens et des passions, s'effacent en quelque manière et ne sont que des modifications légères, quand on les compare à celles qui sont la suite des changemens morbifiques. Ici les scènes sont beaucoup plus nombreuses, l'altération de nature plus profonde, les variétés de propriétés plus multipliées et plus caractéristiques. Aussi les médecins après avoir, depuis l'antiquité, reconnu l'importance de cette observation, ont-ils cherché dans les propriétés de l'urine des malades, des moyens de reconnaître le genre de leurs affections, leur marche et jusqu'aux pronostics des événemens qui doivent arriver : et quoique d'un côté l'empyrisme uroscopique ait, dans presque tous les temps, fait payer un tribut à la crédulité humaine, quoique de l'autre, malgré les observations multipliées des plus habiles praticiens, l'art soit bien éloigné d'avoir atteint la

hauteur à laquelle il lui est permis d'espérer qu'il pourra parvenir quelque jour, ses fastes contiennent déja un certain nombre de faits précieux qui, rapprochés des connaissances chimiques, peuvent jeter quelque jour sur la pathologie.

105. En comparant tous les faits les plus exacts observés jusqu'ici sur les urines morbifiques, et en élaguant avec soin toutes les assertions générales et vagues qui remplissent tant de livres de séméiotique et de pathologie, se trouve huit genres d'urines assez bien déterminées par leurs caractères prononcés, et sur la connaissance desquelles l'état actuel de la chimie, l'analyse de ce liquide, telle que je l'ai présentée, peuvent fournir quelques notions précises. Je les désignerai ici par leur nom médicinal, parce qu'elles accompagnent constamment des maladies ou des circonstances pathologiques déterminées : ce sont les urines inflammatoire, bilieuse, critique, nerveuse, arthritique, calculeuse, rachitique et diabétique. Je joindrai à l'examen de chacune de ces urines déterminées l'énoncé de quelques autres modifications pathologiques plus générales que ce liquide excrémentitiel présente, et qui, sans appartenir chacune à une maladie en particulier, offrent des propriétés contre nature ou des altérations qui se rencontrent dans plusieurs affections différentes les unes des autres : de sorte qu'elles en sont des indices ou des signes éventuels et non des symptômes constans et pathognomiques : telles sont les urines incolore, rouge, verte, noire, trouble, sédimenteuse, glaireuse, huileuse, sanguinolente, purulente et ammoniacale.

106. Dans le commencement des fièvres et des maladies inflammatoires, les malades rendent ordinairement une urine rouge, très-colorée, ardente, imitant presque la couleur du sang, chaude et âcre, et qui irrite fortement le canal de l'urètre. On observe sur-tout cette espèce d'urine nommée inflammatoire dès le commencement des accès des fièvres intermittentes. Cette espèce d'urine ne dépose point promp-

tement, ne se trouble pas par le refroidissement, ne donne point de sédiment et se rencontre constamment dans tous les cas où la température des malades est élevée, le sentiment de chaleur énergique, la contraction des artères et du cœur plus forte, et le mouvement du sang plus rapide que dans l'état naturel. Les médecins connaissent bien cette espèce d'urine ; elle leur sert de signe utile, sur-tout associée et composée d'autres symptômes, pour reconnaître l'état et la force des affections inflammatoires ; quand elle se soutient long-temps dans ces maladies, on la compte parmi les événemens fâcheux. On ne l'a point encore examinée chimiquement ; on peut soupçonner que l'urée y est très-abondante et plus voisine encore de la décomposition que dans l'état de santé : il est fort important de confirmer cet aperçu par l'expérience ; et voilà pourquoi je propose de faire un établissement clinique ou d'ajouter à ceux qui existent un laboratoire où l'on examine soigneusement l'urine des divers malades. Celle des maladies inflammatoires doit être, une des premières, soumise à cet examen.

107. Toutes les affections bilieuses, soit fébriles, soit chroniques, sont accompagnées et quelquefois précédées d'une urine très-remarquable, bien connue et bien distinguée des médecins, qu'ils nomment urine bilieuse ; et qui se reconnaît à une couleur jaune orangée, imitant la teinture de safran, colorant de la même teinte les corps qu'on y plonge, et le fond des vases blancs où elle est contenue. J'ai cru, il y a près de vingt ans, avoir trouvé dans cette espèce d'urine la matière colorante bilieuse, parce qu'en dissolvant son extrait dans l'alcool, j'avais vu cette dissolution se précipiter par l'addition de l'eau. Cette expérience me paraissait d'ailleurs d'accord avec les idées assez généralement répandues parmi tous les médecins praticiens, qui ne doutent pas que la couleur et même la matière de la bile ne passent facilement par les urines. Mais d'autres essais faits depuis, et dans plusieurs

cas où les urines fortement bilieuses, et reconnues telles par d'habiles observateurs en médecine, n'offraient ni l'amertume qui caractérise la matière biliaire, ni ses propriétés chimiques, et sur-tout la précipitation de sa dissolution alcoolique par l'eau, qui la distinguent, malgré sa couleur brune jaune et safranée, n'ont point confirmé mon premier résultat, et m'ont forcé de rester dans le doute sur le prétendu passage immédiat de la substance colorante de la bile. Elle m'a paru, quoique bien reconnaissable par les médecins, ne plus offrir ses caractères distinctifs, et avoir subi conséquemment quelque altération dont la nature et la cause ne pourront être appréciées que par des résultats chimiques ultérieurs, faits avec plus de suite et de moyens qu'il ne m'a encore été permis de le faire : ces recherches rentrent, ainsi que plusieurs autres dont il me reste à parler, dans le plan d'expériences chimico-cliniques dont je viens de parler, n°. 106.

108. Les observations les plus anciennes et les plus constantes ont prouvé qu'à la fin des maladies aiguës et fébriles, au moment où tous les symptômes améliorés amenaient un changement heureux, où les évacuations nommées critiques accompagnaient et présagaient cette amélioration, les urines sortaient plus abondamment et plus facilement, très-colorées sans être ardentes ou inflammatoires, et déposaient en refroidissant une matière pulvérulente, cristalline ou légèrement écailleuse, d'une couleur gris de lin ou fleur de pêcher, qui se rassemblait et se précipitait facilement au fond du vase sans rester long-temps suspendue : c'est ce qu'on nomme urines critiques. Schéele a dit que la matière de ce dépôt critique était de l'acide urique, et que la proportion de cet acide augmentait singulièrement par l'action des maladies. On y trouve en effet une grande quantité de cet acide, mais il n'y est pas pur ; il est mêlé d'une matière animale muqueuse qui en fait souvent une grande partie, et de phosphate terreux. C'est une des analyses de l'urine qui méritent le

plus d'être répétées et variées par différens moyens dans l'hospice chimico-clinique que je propose, puisqu'outre la proportion augmentée d'acide urique dont il est si important de chercher à déterminer la cause, il faut encore reconnaître la matière animale dont je viens de parler, examiner la quantité et la nature des sels ainsi que celles de l'urée, et les modifications ou changemens dont il est si naturel de croire que cette matière urinaire est atteinte dans les maladies.

109. Je nomme urine nerveuse celle qui est rendue dans les accès de maladies de nerfs, de convulsions, et qui est bien caractérisée par son abondance, sa légéreté, sa couleur blanche ou plutôt sa propriété incolore, sa limpidité, semblable à celle de l'eau de roche, sa nature inodore, son insipidité. Ce n'est vraiment pas de l'urine qui coule, mais une espèce de liqueur presque purement aqueuse : on dirait que dans les affections nerveuses il se forme subitement dans les humeurs, ou il se sépare au moins des liquides animaux avec une inconcevable célérité, un torrent de liquide aqueux qui, porté ou refoulé, ou même instantanément composé dans les organes des reins, constitue une espèce d'évacuation critique destinée à soulager la machine d'un poids qui l'opprimait. On dirait qu'un obstacle né dans la combustion pulmonaire empêche l'eau qui se forme continuellement et abondamment dans ce viscère, de sortir par la voie accoutumée du poumon et de la trachée-artère, et que l'évacuation aqueuse des reins en prend subitement la place ; quoiqu'on n'ait pas fait encore une analyse particulière de l'urine nerveuse, ses propriétés physiques suffisent pour prouver que ce liquide ne contient pas les principes dont il est chargé dans l'état ordinaire. Au reste il doit entrer dans le plan des expériences dont j'ai parlé, de comparer l'urine nerveuse à l'urine saine, à l'urine inflammatoire et critique, et d'en apprécier exactement les différences, afin de parvenir à reconnaître les circonstances particulières et les causes de sa formation.

110. Il n'est pas douteux qu'il existe de grands rapports entre la nature de l'urine et celle de l'affection goutteuse. Ces rapports, entrevus presque dans tous les âges de la médecine, ont été sur-tout appliqués à la réciprocité des concrétions arthritiques et des concrétions calculeuses. On sait depuis long-temps que la goutte et la pierre se succèdent réciproquement, soit dans les mêmes sujets, soit par la génération et en passant des pères aux enfans. On sait encore que l'urine, à la fin des accès goutteux, a un caractère particulier et dépose beaucoup plus abondamment que dans des circonstances ordinaires. Le citoyen Berthollet a vu quelque chose de plus sur la nature de l'urine arthritique; il a observé ce liquide perdant son acidité dans le commencement des accès, et la reprenant par degrés vers leur fin, de manière à passer à un état même plus acide que dans la santé ordinaire, et à ne reprendre son terme commun qu'avec un peu de temps après la cessation de l'accès. Il a cru, d'après cette observation, que la douleur goutteuse était occasionnée par le refoulement du phosphate acide de chaux qui allait irriter les membranes, les articulations; et cependant la nature des concrétions arthritiques ne répond point à cette notion, puisqu'elles ne sont point formées de la même substance. Au reste l'absence de l'acidité et du phosphate de chaux, qu'on ne peut révoquer en doute dans l'urine goutteuse, peut être un état nécessaire et seulement concomitant de l'affection arthritique sans en être la cause; peut-être y a-t-il un rapport plus immédiat encore entre la disposition aux calculs urinaires et les accès goutteux, puisqu'une longue expérience prouve que la formation des concrétions calculeuses succède souvent aux douleurs arthritiques; il y a donc de nouvelles recherches à faire sur ces rapports et leurs influences réciproques; elles exigent la précision et l'exactitude qu'on a coutume de mettre aujourd'hui dans ces travaux.

111. L'urine rendue par les rachitiques, à l'époque où

leurs os se ramollissent et se déforment, est souvent chargée de phosphate de chaux et en dépose une grande quantité par son refroidissement. On reconnaît facilement, par l'observation attentive des principales circonstances de cette maladie, qu'il se fait un grand travail dans tout l'organe osseux ; que ce système éprouve une véritable décomposition; que sa partie phosphorique calcaire se dissout ; que la partie gélatineuse est mise à nu et boursouflée; que la dissolution du phosphate de chaux est opérée par un acide, et qu'il se porte abondamment dans les urines. Un examen de ce liquide, dans le rachitis bien prononcé, peut jeter le plus grand jour sur les phénomènes de cette terrible affection qui s'attache aux premiers âges de l'homme, et qui lui laisse pour toute sa vie des traces de ses ravages, souvent même des restes dangereux de sa virulence. Le citoyen Bonhomme, d'Avignon, dans un très-bon mémoire qui a remporté un des prix, à l'ancienne Société de Médecine de Paris, sur le rachitis, assure que le ramollissement des os y dépend de la présence et de l'action de l'acide oxalique, né dans le corps des enfans par la débilité de leurs organes, la faiblesse de l'estomac, les mauvaises digestions. Si ce fait, que l'auteur n'a pas encore bien prouvé, est un aperçu juste, on en trouvera la confirmation dans la nature du dépôt des urines, qui doit être de l'oxalate de chaux ; il pourrait expliquer comment le calcul de la même nature, dont il sera parlé dans l'article suivant, se forme dans les voies urinaires. Déja le citoyen Turquais, élève en médecine de l'école de Paris, m'a fait passer une observation sur l'urine d'un enfant mort d'une maladie vermineuse, qui se troublait presqu'à l'instant de sa sortie, et dont le sédiment lui a montré, dans son analyse, tous les caractères de l'oxalate de chaux : on voit à combien de recherches précieuses pour l'art l'examen de l'urine des rachitiques peut donner lieu.

112. Il y a deux sortes de diabetès ou d'évacuation excessive

d'urine, sous le rapport de la nature de ce liquide. Dans l'une, qui paraît être la plus fréquente, l'urine est incolore, blanche, insipide comme de l'eau, et semble en avoir tous les caractères ; cette espèce est accompagnée ordinairement d'une grande soif, de frissons, et d'un refroidissement général. L'autre espèce consiste dans la sortie d'une urine abondante et d'une saveur sucrée ; on la nomme, à cause de cela, diabetès miellé ou sucré : celle-ci, beaucoup plus rare que la première, a été observée plusieurs fois en Angleterre, et décrite avec beaucoup de soin, soit dans son diagnostic, soit dans ses symptômes, dans sa cause et son traitement, par le docteur Rollo, médecin anglais. En évaporant l'urine de cette dernière, on en sépare un extrait doux comme du miel, et qui présente beaucoup de ses propriétés. Cullen l'avait déja observée dans l'hôpital d'Édimbourg, et il avait obtenu cette matière sucrée par l'évaporation. Il y a lieu de croire que dans ce cas cette matière remplace l'urée qui manque, et qu'alors le liquide des reins n'a vraiment pas les propriétés de l'urine. C'est à l'altération des digestions que le docteur Rollo attribue la production de cette singulière maladie. Il se forme, suivant lui, dans l'estomac une véritable substance mucoso-sucrée, qui sort, en raison de son abondance, par les voies urinaires. J'ai déja fait observer, à l'article du lait, que, chez les femelles qui nourrissent, la matière qu'on nomme sucre de lait se formait par la digestion, et que les nourrices étaient dans un état voisin de celui des malades attaqués du diabetès sucré : il est possible qu'on trouve à leur urine un caractère sucré, sur-tout dans quelques circonstances où le lait se porte moins aux mamelles. Voilà encore un des sujets de recherches les plus importans et les plus utiles pour les progrès de l'art : c'est à ceux qui voient beaucoup de femmes qui nourrissent qu'il doit être présenté et recommandé.

113. On a souvent tiré des signes diagnostiques et pronos-

tiques de la couleur de l'urine dans les maladies ; et quoique l'on ait étrangement abusé des variations de ce caractère, qui, seul et sans autre indice, n'offre ordinairement qu'une source d'illusions, d'erreurs et d'incertitudes, il est cependant accompagné de quelques circonstances dont il est essentiel de connaître les rapports avec l'état de l'économie animale. En général une urine naturelle, dans une maladie grave d'ailleurs, est un symptôme alarmant. On a vu plus haut dans quels cas existait l'urine blanche et sans couleur, ainsi que ce qu'elle annonçait ; j'ai parlé également de l'urine rouge, ardente, inflammatoire. On a vu quelquefois des urines vertes ou bleuâtres, avec ou sans sédiment. Quoique plus rarement encore, ce liquide est d'une couleur si foncée qu'on le croit noir. Dans ces trois cas, on a coutume d'en accuser la bile épaissie, et même l'atrabile ou le suc mélancolique, mu et se portant vers les divers couloirs. Comme on n'a nulle notion exacte de l'atrabile, il est évident qu'on ne peut rien dire des urines vertes, noires et atrabilaires, sans les avoir examinées chimiquement. Il n'est pas moins reconnu dans la pratique que ces espèces d'urines sont très-mauvaises, et qu'elles annoncent le plus grand danger dans les maladies où on les observe. On sent combien une analyse bien faite de ce liquide ainsi altéré doit porter de lumières sur la pathologie.

114. Il a été déja parlé des urines troubles, qu'il faut bien distinguer des sédimenteuses. Les premières sortent avec un précipité déja formé, et elles annoncent souvent une dégénérescence, une altération qui tiennent aux maladies des voies ou des organes urinaires; les sédimenteuses qui ne déposent qu'après avoir été rendues, et qui ne sont pas proprement des urines critiques dans lesquelles un précipité homogène léger, de couleur rosée ou lilas, se forme et se tient long-temps suspendu, se rencontrent plus dans les maladies chroniques : leur dépôt est composé de phosphates terreux et tient spécialement aux

maladies des os, des articulations, des membranes, des organes musculaires et sensibles. Ces espèces d'urine méritent toute l'attention des médecins et doivent être soumises, dans chaque maladie où elles se présentent, à une analyse exacte.

On connaît en médecine une urine glaireuse, épaisse, filante dans toute sa masse ou dans quelques-unes de ses parties seulement; quelquefois des glaires plus ou moins épaisses et séparées de l'urine se déposent et adhèrent aux vases avec plus ou moins de force. L'une et l'autre de ces urines accompagnent le plus ordinairement les maladies de la vessie, et l'on pense que l'espèce de mucus qui s'en sépare provient des parois membraneuses et sensibles de ce viscère.

Quant à l'urine huileuse qui est extrêmement rare et qui peut-être même n'existe jamais réellement, on la regarde comme la preuve la plus forte d'une âcreté profonde, d'une décomposition avancée des humeurs. Il y a lieu de croire que l'urine qu'on a désignée par ce nom, en raison d'une légère couche grasse en apparence, n'est pas véritablement huileuse; et que la couche superficielle, prise pour de l'huile, n'est que le produit d'une évaporation saline, comme on le voit dans beaucoup de dissolutions chimiques dont la surface offre, par le contact de l'air, une petite portion de leur sel séparée de la liqueur.

115. L'urine est quelquefois sanguinolente ou mêlée de sang plus ou moins abondamment; souvent ce liquide se sépare et se précipite au fond de l'urine sous la forme de caillots d'un brun noir, qui se décolorent et se dissolvent peu à peu en se réduisant en flocons blancs semblables à des glaires épaisses. Il faut bien prendre garde de confondre l'urine sanguinolente, soit avec celle qui est colorée par l'abondance et l'âcreté de l'urée ou de l'acide urique, soit avec celle qui a pris une matière colorante d'un aliment ou d'un médicament tels que la betterave ou la garance. L'urine chargée de sang vient en général d'une affection des reins, des urétères

ou de la vessie, qui tient presque toujours à un déchirement des vaisseaux, produit par la présence d'un calcul tuberculeux ou épineux. Quelquefois cependant le sang urinaire est dû à une déviation d'une autre évacuation sanguine, celle des menstrues ou des hémorroïdes. On distingue ce dernier, parce qu'il sort sans douleur préliminaire et avec les signes de la suppression des règles ou du flux hémorroïdal, tandis que l'urine sanguinolente par vice des organes urinaires est précédée par des douleurs vives et non par d'autres évacuations supprimées.

L'urine purulente, dont le pus qui coule avec elle se sépare et se précipite en un liquide épais, blanc ou grisâtre, vient aussi d'une maladie des organes urinaires et d'une altération dans quelques-unes de leurs régions ; quelquefois ce liquide est assez altéré par les longues souffrances de la vessie et le séjour qu'il y fait, pour qu'il sorte fétide et ammoniacal. C'est un des caractères que contracte assez facilement l'urine des calculeux, sur-tout chez les vieillards attaqués de cette maladie. Son odeur vive et forte la fait assez reconnaître ; au lieu d'être acide comme l'urine saine, elle verdit les couleurs bleues végétales.

§. VIII.

Des variétés de l'urine dans les divers animaux.

116. Quoique l'urine ait été montrée jusqu'ici comme un liquide d'une nature particulière, et caractérisé par des propriétés qui n'appartiennent qu'à lui ; quoiqu'on puisse même se représenter, d'après ces notions, l'urine des différens animaux comme se rapprochant singulièrement de celle de l'homme, notamment par la présence de l'urée qui lui donne ses caractères spécifiques d'humeur excrémentitielle et de matière comme ultra-animalisée, il doit cependant exister dans ce liquide, considéré dans les diverses classes d'animaux, des dif-

férences inhérentes même à leur nature et à la diversité de leurs organes, de leur nourriture, du milieu dans lequel ils vivent, du mode de leur respiration : toutes circonstances qui, comme je l'ai fait voir, influent sur ses propriétés. Et en effet, malgré le peu de recherches qui existent encore à cet égard dans les annales de la science, deux résultats constans se sont déja présentés jusqu'ici aux chimistes dans les premiers travaux de ce genre auxquels ils se sont livrés : l'un, que toute urine de quadrupède ou mammifère terrestre contient le principe urinaire spécifique ou l'urée, qui lui fournit sa véritable nature ; l'autre, que c'est dans le nombre, la proportion et les espèces diverses des substances salines qui y sont dissoutes en même temps, que consistent seulement les différences que montre ce liquide. A la vérité on n'a encore examiné que les urines du cheval, de la vache et du chameau, dont l'analyse a été décrite en 1773 et 1777, par Rouelle le cadet. Mais outre celle du cheval que nous avons répétée, le citoyen Vauquelin et moi, et dans laquelle avec les principaux caractères de celle de l'homme nous avons trouvé quelque chose de plus que cet habile chimiste ; outre les analogies frappantes que ces trois urines déja assez bien connues présentent entre elles et avec celle de l'homme : quelques faits qu'il nous a été permis de recueillir encore sur les urines du lapin, du cochon d'Inde, du chat et de la tortue, assurent encore davantage cette analogie, et me donnent le moyen de commencer au moins à établir l'histoire comparée de ce liquide dans les différens ordres d'animaux.

117. Voici les propriétés que Rouelle avait fait connaître en 1773 dans l'urine de cheval. Elle a une odeur forte particulière, analogue à celle de l'urine de vache. Elle sort trouble ou ne tarde pas à le devenir après sa sortie ; sa surface, exposée à l'air, se couvre d'une pellicule semblable à la crême de chaux, qui se renouvelle lorsqu'on la brise ; cette pellicule

forme jusqu'à 0.02 de son poids. Il s'en dépose un sédiment gélatineux qui rend cette urine filante ; on y détruit cette propriété par l'agitation et l'ébullition : elle verdit le sirop de violettes, fait effervescence avec les acides, se précipite comme l'eau de chaux par les carbonates alcalins. On en extrait par l'analyse un extrait et une matière savonneuse (l'urée) comme de l'urine humaine ; la savonneuse y est assez abondante ; l'extractive l'est plus que dans l'urine de l'homme ; elle est noire comme de la poix. On obtient de ces deux substances les mêmes produits que de celles de l'urine de vache, mais point de muriate d'ammoniaque ni de phosphore, comme de l'extrait de l'urine humaine. Leur résidu contient de la potasse ; elles diffèrent un peu des mêmes matières tirées de l'urine de l'homme. L'urine de cheval ne donne point de phosphore ; elle contient assez abondamment du sulfate et du muriate de potasse, du carbonate calcaire soluble dans les acides, qui se change en chaux au grand feu, et se fond en verre au feu de porcelaine ; du sulfate de chaux qui se précipite avec le précédent sel terreux. On n'y trouve point de potasse à nu comme dans l'urine de vache. Elle offre en se pourrissant les mêmes phénomènes que l'urine de l'homme et de vache ; les sels qu'elle contient n'en sont point altérés ; mais c'est dans les matières extractive et savonneuse que se passent les altérations putrides. Rouelle avait promis de les faire connaître par de nouvelles observations ; mais il n'a rien publié sur cet objet depuis 1773 jusqu'à sa mort, quoiqu'il ait parlé plusieurs fois après 1773 des matières animales et spécialement des urines.

118. En analysant l'urine de cheval, plus de vingt ans après Rouelle, nous avons confirmé la plus grande partie de ses résultats, et nous y avons ajouté plusieurs faits nouveaux. Je donnerai ici une notice de notre travail, pour qu'on puisse le comparer à celui de l'illustre chimiste qui nous avait précédés dans cette carrière. L'urine de cheval, au moment où

elle est rendue, a l'odeur de foin et sur-tout de la flouve, mêlée à celle de sa transpiration; elle file comme une solution de gomme; elle est amère et salée, et ensuite un peu sucrée; elle est trouble et blanche comme du lait après un exercice violent; celle rendue dans les écuries ou dans les prairies, sort claire et se trouble par le refroidissement : sa pesanteur spécifique est entre 1030 et 1050. Elle verdit le sirop de violettes, fait effervescence avec les acides, précipite les nitrates de mercure et d'argent et le muriate de barite; l'acide oxalique y forme un précipité abondant, ainsi que l'eau de chaux et les alcalis caustiques. La pellicule solide qui se forme à sa surface par le contact de l'air va de 0.002 à 0.011 du poids de l'urine; elle contient une matière végétale animale avec le carbonate de chaux qui en fait la base, car elle noircit sur les charbons allumés en donnant une vapeur d'acide pyromuqueux et d'ammoniaque; elle mousse et se couvre d'écume dans les acides. En même temps que cette pellicule se forme, l'urine de cheval se colore, devient brune couche par couche et de haut en bas; ce qui ne lui arrive pas dans des vaisseaux fermés. L'évaporation la colore également; quand elle est réduite au quart de son volume, il se forme à sa surface des cristaux cubiques, salés, piquans, pesant près de 0.05 de l'urine. Le résidu concret de l'évaporation se dissout presque tout entier dans l'alcool et laisse souvent du carbonate de soude non dissous. La dissolution alcoolique donne par l'évaporation des cristaux de muriate de potasse, puis un second sel brun, âcre, reconnu pour du benzoate de soude, et dont la dissolution dans l'eau a laissé précipiter de l'acide benzoïque par l'acide muriatique; on retrouve ce même acide dans l'urine de cheval, traitée seule par l'acide muriatique; il s'en sépare en aiguilles cristallines avec le temps; il en fait les 0.011 ou un peu plus de 0,01. Quand la dissolution alcoolique de l'extrait d'urine de cheval a fourni le muriate de potasse et l'acide benzoïque par l'addition de l'acide muriatique, elle

donne par l'évaporation une pellicule huileuse et du muriate de soude : réduite à l'état sirupeux, elle se prend par le refroidissement en urée solide et cristalline.

119. D'après l'analyse dont je viens d'énoncer les procédés, l'urine de cheval nous a paru formée de carbonate de chaux et de soude, de muriate de potasse et de soude, de benzoate de soude et d'urée ; c'est même dans cette urine que nous avons reconnu pour la première fois, comme matière particulière, l'urée, par sa propriété de se précipiter en cristaux denses et serrés de l'urine épaissie à l'aide de l'acide nitrique. Nous ne l'avons trouvée dans l'urine humaine et ensuite dans les liqueurs urineuses de quelques autres animaux, qu'après l'avoir découverte, comme matière particulière, dans celle du cheval.

Nous ne nous sommes point contentés de reconnaître ainsi les différences qui existent entre l'urine du cheval et celle de l'homme, prises toutes deux dans leur état sain et naturel ; nous avons poursuivi notre examen jusqu'à la première urine altérée par la décomposition spontanée. Elle nous a offert dans cet état une couleur foncée presque noire et une odeur ammoniacale très-forte ; les acides en précipitaient de l'acide benzoïque avec une vive effervescence. Elle ne contenait plus de carbonate de chaux ; elle a donné par la distillation de l'eau chargée de carbonate d'ammoniaque, et prenant une couleur rose par l'addition des acides ; après cette opération, elle ne faisait plus d'effervescence avec ces derniers ; pendant son évaporation il s'en est séparé une pellicule huileuse, âcre et noire. En dissolvant son extrait dans l'alcool, il est resté de l'acétite d'ammoniaque, et la dissolution a donné du muriate de potasse et du benzoate de soude ; l'acide muriatique en a dégagé de l'acide acéteux, et séparé de l'acide benzoïque, et l'addition de l'acide nitrique n'y a point formé ces cristaux blancs soyeux et abondans qu'il sépare de l'urine fraîche de cheval. Ainsi les différences observées dans cette urine fermentée se réduisent à l'absence du carbonate de chaux,

de celui de soude, de l'urée, à la présence de l'acide acéteux et du carbonate d'ammoniaque. Ce dernier n'existe pas dans cette urine non altérée, et il est un des principaux produits de sa fermentation. Le carbonate de soude y est décomposé par l'acide acéteux, qui s'empare de sa base, comme il s'unit aussi à l'ammoniaque. Ces combinaisons salines s'opposent à ce qu'il y ait dégagement de gaz pendant la fermentation de l'urine. Ce mouvement spontané y est dû à l'urée comme celui de l'urine humaine, et cette matière urinaire se convertit en ammoniaque, en acides acéteux et carbonique : conversion qui produit tous les changemens nés dans ce liquide.

120. Rouelle est le seul chimiste qui ait examiné l'urine de vache. Son travail, publié en 1773 dans le Journal de Médecine, contient les principaux faits suivans qui établissent une grande analogie entre cette urine et celle du cheval. L'urine de vache, onctueuse au toucher, a une odeur forte et particulière. Sa couleur se fonce en la gardant, jamais elle n'a la belle nuance ambrée de l'urine humaine ; il se forme à sa surface qui touche l'air, en dix-huit ou trente heures, de petits cristaux oblongs à facettes régulières. Elle dépose en deux ou trois jours un sédiment gélatiniforme. Elle verdit la couleur des violettes ; elle fait effervescence avec les acides ; elle est inaltérée par les carbonates alcalins. Elle contient du carbonate de potasse, cause de son effervescence ; en y ajoutant de l'acide nitrique faible et en l'évaporant ensuite, on en obtient des cristaux aiguillés de nitre. On y trouve aussi, comme dans l'urine humaine, deux substances, l'une dite savonneuse, l'autre extractive. La première ou l'urée, très-abondante, soluble dans l'alcool, donne beaucoup d'ammoniaque au feu, plus d'huile que celle de l'urine humaine, mais point de muriate ammoniacal. Son charbon est alcalin et fait effervescence avec les acides. L'extractive y est plus abondante que dans l'urine de l'homme. Elle fournit les mêmes produits

que la savonneuse. L'une et l'autre sont, suivant Rouelle, un peu différentes de celles de l'urine humaine. Outre ces premiers corps, l'urine de vache contient du sulfate de potasse assez abondant, du muriate de potasse, et un acide analogue au benzoïque, soluble dans l'alcool, et que l'auteur a cru être décomposé par la putréfaction, parce qu'il ne l'a plus retrouvé après ce mouvement d'altération. Il prétend encore que cet acide volatil, qu'il n'assure pas positivement être le même que l'acide du benjoin, n'existe pas constamment dans l'urine de vache. Il se demande si cela tient à quelques circonstances relatives à la nourriture ou à la boisson de l'animal. Il termine en disant que cette urine ne fournit point de phosphore et ne contient point de phosphate. Il avait promis sur cette urine plusieurs autres détails qu'il n'a pas publiés, et qui ne se sont point trouvés sans doute dans ses papiers, puisqu'on n'a rien donné après sa mort.

121. Cependant trois ans et demi après la publication de ces intéressantes analyses sur l'urine de cheval et de vache, Rouelle le cadet donna dans le Journal de Médecine, d'avril 1777, des observations sur l'urine de chameau fraîche et putréfiée. Il l'a examinée deux ou trois heures après qu'elle avait été rendue. D'après son travail, cette urine est couleur de bierre blanche foncée et un peu nébuleuse, plus odorante que toute autre, analogue cependant à celle de l'urine de vache, quoique très-différente de celles de l'homme et du cheval; elle n'est point mucilagineuse, et ne dépose pas de carbonate de chaux comme cette dernière. Un vase contenant 1 once d'eau distillée contenait 1 once 33 grains d'urine de chameau, 1 once 21 grains de celle de vache, 1 once 24 grains de celle de cheval, et 1 once 15 grains d'urine humaine: ainsi l'urine de chameau était la plus pesante de toutes. Elle verdit faiblement l'infusion de violettes, fait effervescence avec les acides, donne du nitre, du sulfate et du muriate de potasse

par l'addition des acides nitrique, sulfurique et muriatique, et par l'évaporation. Elle fournit par l'évaporation au bain-marie un neuvième de son poids d'un extrait en bol ferme, quantité d'un tiers plus considérable que celle de l'extrait obtenu de l'urine de vache. Il conclut de son examen que l'urine de chameau contient les deux substances savonneuse et extractive; que cette dernière y est plus abondante que dans l'urine humaine, et la rapproche par là de celle de vache; qu'en outre on y trouve du sulfate et du muriate de potasse; plus, de la potasse à nu. Quant au sel volatil, il n'en avait pas reconnu la présence, et ne l'y admettait qu'en raison de la grande analogie qu'il avait trouvée entre cette urine et celle de vache, au point qu'il croyait leur distinction difficile. A la fin de cette courte notice sur l'urine de chameau, il dit que son charbon, brûlé et lessivé, fournit environ le trente-deuxième du poids de l'urine en matières salines, et il remarque que le muriate d'ammoniaque qu'il n'a point trouvé dans ce liquide, ne pourrait pas y exister en effet avec l'alcali fixe, et qu'en conséquence ce n'est pas de cette humeur excrémentitielle que provient le sel ammoniac d'Egypte, pour la fabrication duquel Hasselquist assure, à la vérité, qu'on n'emploie pas l'urine de chameau.

122. L'urine de lapin, qui a été examinée par le citoyen Vauquelin, lui a présenté des analogies remarquables avec celle des trois grands animaux mammifères dont il vient d'être parlé. Cette urine se trouble, et devient laiteuse en se refroidissant; elle brunit à l'air et fermente; elle verdit les couleurs bleues végétales, et fait effervescence avec les acides; elle précipite le nitrate d'argent, le muriate de barite et les sels magnésiens. Son sédiment, dissous avec effervescence dans les acides nitrique et muriatique, laisse un peu de sulfate de chaux, et se précipite par les alcalis. Après la fermentation, elle a une odeur fortement ammoniacale; elle précipite encore par la noix de galle, mais moins abondamment que la

fraîche. Evaporée l'urine de lapin fermentée se couvre d'écume, noircit l'argent, exhale beaucoup d'ammoniaque, donne à sa surface une pellicule huileuse, laisse un résidu noirâtre dont l'alcool enlève la partie colorée et sépare une portion saline. La présence de l'urée n'est pas aussi sensible dans cette urine que dans les précédentes, et elle paraît y subir par la fermentation une altération plus profonde ou plus complète, puisqu'on ne peut plus la précipiter sensiblement par l'acide nitrique. La portion saline non dissoute par l'alcool est un mélange de carbonate, de potasse et de sulfate de potasse; le muriate de potasse et l'acétite d'ammoniaque, unis à une matière colorée, sont en dissolution dans l'alcool, qui présente le premier par l'évaporation et le second par la distillation. Le citoyen Vauquelin donne pour résultat de cette analyse que l'urine de lapin contient de l'urée très-altérable, un mucilage gélatineux, du carbonate de chaux et de magnésie, du carbonate de potasse, du sulfate et du muriate de potasse, et qu'il s'y forme par la fermentation de l'acide acéteux, de l'acide carbonique et de l'ammoniaque: il n'y a pas indiqué d'acide benzoïque, sans doute à cause de la petite quantité de cette urine qu'il lui a été permis d'examiner: il n'y a pas trouvé non plus de phosphates. Il y admet un peu de soufre, et il remarque qu'elle exhale souvent l'odeur très-sensible des végétaux dont les lapins sont nourris. On ne peut douter, d'après cette analyse, qu'il n'y ait de très-grands rapports entre l'urine de lapin et celle du cheval, de la vache et du chameau. Abondance constante de l'urée, présence du carbonate de chaux et de potasse, des muriate et sulfate de la même base; absence des phosphates et d'acide urique; propriété de se convertir en ammoniaque et en acide acéteux par la fermentation: voilà autant de caractères qui rapprochent ce liquide, d'un côté, de l'urine en général comme humeur animale particulière; de l'autre, de celle des animaux herbivores et recouverts de poils en particulier.

123. Quoiqu'il ait été impossible au même chimiste de soumettre l'urine de cochon d'Inde à une analyse suivie, en raison de la petite quantité qu'on peut s'en procurer, ce qu'il a pu observer des propriétés de ce liquide sur une assez grande quantité de ces animaux nourris chez lui à cet effet, a suffi pour lui donner une idée assez précise de ses propriétés. Il a vu cette urine se troubler et déposer du carbonate de chaux par le refroidissement ; il l'a vue verdir le sirop de violettes, brunir à l'air, fermenter, former de l'ammoniaque et de l'acide acéteux ; il y a trouvé des traces sensibles de potasse et de muriate de la même base, et des preuves de l'absence des phosphates. Ainsi l'urine de ce petit mammifère, comme celle du lapin, est analogue dans sa nature à l'urine des grands animaux, et cette analogie tient à la structure plus ou moins rapprochée de leurs organes autant qu'à la qualité de leurs alimens. Il y a lieu de croire, en effet, que chez tous les mammifères qui vivent d'herbes et de matières végétales en général, l'urine est constamment dépourvue de phosphates et d'acide urique, chargée de carbonate de chaux, de sels à base de potasse, d'acide benzoïque ; et que la seule matière qu'elle ait de commun avec l'urine de l'homme est l'urée, qui fait toujours le caractère principal et bien prononcé de l'urine. Il reste à rechercher par des travaux ultérieurs s'il n'y a pas quelques différences entre l'urine de ceux de ces animaux mammifères qui n'ont qu'un estomac, et ceux qui en ont quatre ou qui sont ruminans.

124. Quant aux mammifères carnassiers, on ne peut pas douter que leur urine n'ait des propriétés différentes de celle des frugivores, quoiqu'il n'existe encore aucune analyse comparée de cette liqueur. Le peu de faits qu'on a observés sur l'urine de chat suffit pour faire naître cette idée ; et l'analogie si marquée qui lie cet animal avec le lion, le tigre, etc., permet de croire que chez ces derniers l'urine offre les mêmes caractères. On connaît généralement l'odeur fortement fétide

qu'exhale l'urine de chat, et combien sa fétidité se lie et s'attache, en quelque sorte, aux surfaces et aux tissus que cette urine pénètre. Bayen a fait, à ma connaissance, sur ce liquide une observation propre à jeter du jour sur sa nature. Un chat accoutumé à rendre son urine dans un vase placé toujours au même lieu du laboratoire de Charlard, y en déposa, en plusieurs jours de suite, une quantité assez grande pour qu'elle y laissât, par l'évaporation spontanée, un résidu cristallin très-sensible. Quelques essais tentés sur ces cristaux lui firent croire qu'ils étaient formés de muriate d'ammoniaque ; mais comme le produit de l'évaporation des urines, sur-tout de celles qui répandent une odeur vive, est spécialement formé d'urée, et que celle-ci est constamment accompagnée de muriate d'ammoniaque, n'est-il pas naturel de croire que les cristaux vus par Bayen étaient de l'urée mêlée de ce sel. Peut-être cette matière urinaire est-elle plus âcre, plus voisine de la décomposition dans les urines des animaux carnassiers ; peut-être est-ce à cet état si naturel à admettre qu'est due l'odeur forte de l'urine de chat. C'est par une véritable analyse de cette urine qu'on parviendra quelque jour à confirmer cette idée.

125. Aucun chimiste n'a encore fait le plus léger essai sur l'urine des oiseaux. On sait que ce liquide n'a pas de canal particulier dans ces animaux, qu'il sort en même temps que les excrémens, avec lesquels il se mêle. On observe facilement dans les basses-cours qu'il se trouble et dépose une poudre blanche très-peu de temps après avoir été rendu. Quelques naturalistes ont même cru devoir attribuer à l'urine la formation de la coquille de l'œuf ; mais les urétères s'ouvrent trop près de l'anus pour ne pas faire voir que cette opinion est une erreur. Le prompt et abondant sédiment que donne l'urine des oiseaux, prouve au moins qu'elle est chargée de carbonate de chaux, et que sous ce rapport elle se rapproche de celle des mammifères frugivores.

On n'a rien dit encore sur l'urine des reptiles. Je ne connais que quelques faits, vus par le citoyen Vauquelin, sur un dépôt pâteux trouvé dans une vessie urinaire de tortue par Vicq-d'Azyr en 1793. Ce dépôt était formé de muriate de soude, de phosphate de chaux, de matière animale et d'acide urique. Il y a dans cette analyse une analogie frappante entre l'urine de tortue et l'urine humaine. Ce singulier résultat mérite un examen particulier.

On ne sait rien sur l'urine des poissons, rassemblée dans une vessie, mais sortant par l'anus, sinon qu'elle est souvent visqueuse et épaisse. Il est presque superflu de faire observer que l'examen de cette liqueur doit contribuer quelque jour à perfectionner la physique animale.

§. IX.

Des connaissances chimiques sur l'urine appliquées à la physique de l'homme.

126. Pour bien concevoir l'influence que les connaissances acquises sur l'urine doivent avoir dans la physique de l'homme, il ne suffit pas d'avoir énoncé plusieurs de leurs applications immédiates dans les numéros précédens ; il faut rapprocher les unes des autres toutes ces applications, les comparer entre elles, en former un ensemble qui en devienne plus frappant, et qui prouve combien la physiologie peut gagner aux recherches chimiques faites sur cette humeur. On s'est contenté jusqu'ici de considérer sous ce rapport l'urine comme une sorte d'excrément destiné à évacuer hors du corps les sels âcres qui, retenus trop long-temps, auraient pu nuire à l'économie animale. Cette notion générale est vraie, mais elle est insuffisante. Sans doute l'urine est un écoulement excrémentitiel ; mais la nature de cet excrément est multiple ou composée. Plusieurs matières diverses sont évacuées à la fois,

chacune présente un avantage particulier dans sa sortie. Il faut donc observer sous ce point de vue l'utilité de l'évacuation de l'eau, des muriates, des phosphates, de l'urée et de l'acide urique, matières très-différentes les unes des autres, et dont la rétention a une influence directe et spéciale sur l'altération de la santé, comme leur évacuation a ses utilités spéciales.

127. J'ai fait voir déja que la proportion d'eau dans l'urine variait suivant plusieurs circonstances, et qu'ainsi elle devait correspondre à divers états ou phénomènes de l'économie animale. Il reste à découvrir si cette eau sort toute formée du sang, ou si elle se forme dans les reins. Dans l'une ou l'autre hypothèse, on doit y voir une grande évacuation d'oxigène en raison de sa proportion dans ce genre d'oxide. Il reste encore à déterminer quel genre de circonstance augmente ou diminue cette évacuation aqueuse, si elle n'a pas, comme je le pense, des relations essentielles avec l'état et les fonctions des poumons. L'examen attentif de l'urine dans les maladies pulmonaires, et de la comparaison de sa quantité avec celle de l'air usé par la respiration, et de l'eau sortie des poumons dans ces affections, servira tôt ou tard à résoudre ce problême, quand la médecine deviendra plus philosophique et plus expérimentale : ce qui ne peut manquer d'arriver sous peu de temps. On sera conduit par les mêmes vues à rechercher ce qui se passe dans les passions et les maladies nerveuses, où l'urine, presque aqueuse, coule quelquefois si subitement et avec tant d'abondance ; si cela est dû seulement à un resserrement du couloir de la peau, et si les reins ne doivent pas être regardés comme un organe destiné à unir l'hidrogène et l'oxigène du sang, plutôt que comme un simple filtre secrétoire. Cela tient encore à cet objet de recherches si essentielles, relatives à la nature des secrétions en général, dans lesquelles l'état actuel de la chimie montre une formation réelle, une combinaison nouvelle des humeurs secrétées,

plutôt qu'une simple séparation de ces humeurs toutes formées d'avance : dernière opinion qui ne peut plus se soutenir aujourd'hui.

128. Il n'y a nul doute que le liquide urinaire ne soit en partie consacré par la nature à évacuer hors du corps les muriates de soude et d'ammoniaque, qui sont ou introduits ou formés continuellement par les fonctions animales, et que le superflu de ces sels ne soit rejeté par cette voie; mais ce n'est pas dans cette excrétion qu'il faut faire consister la principale, et, à plus forte raison, la seule utilité des urines, comme on l'avait fait il y a quelques années encore dans la physiologie. Il est vrai qu'à cette époque on ne connaissait que très-imparfaitement les matériaux constituans de l'urine, et que c'était au sel marin qu'on en attribuait presque exclusivement la nature saline, puisque Stahl voulait même que ce fût à lui qu'appartînt le phosphore qu'on obtenait de son extrait. On sait maintenant que les phosphates de soude et d'ammoniaque sont plus abondans que les muriates des mêmes bases dans l'urine humaine, et que c'est à leur évacuation que la nature a en même temps voulu pourvoir, puisque cette urine en est toujours chargée. Il y a dans ce genre d'excrétion une grande différence entre l'homme et les mammifères frugivores : l'urine de ces derniers ne contient point de phosphates alcalins, et les reins chez eux n'en sont pas l'émonctoire : mais le poil qui couvre leur peau, les appendices cornés qui arment leurs extrémités, leur sueur même, offrent chez eux les couloirs par où s'exhale l'acide phosphorique, à la vérité sous une autre forme de combinaison. Leur urine, plus analogue à leur genre de nourriture, est plus alcaline qu'acide, et la potasse y remplace la soude, dont on trouve une quantité assez considérable dans l'urine de l'homme.

129. Les phosphates de chaux et de magnésie sont particuliers à l'urine humaine; et la nature, qui a voulu faire sortir ces sels par la voie des reins, a rendu le premier sur-

tout dissoluble dans leur liquide, à l'aide d'un peu d'acide phosphorique excédent. Comme on ne trouve rien de semblable dans les animaux, il est évident qu'une des utilités les plus précieuses de l'urine dans l'homme est d'évacuer la surabondance du phosphate calcaire ou de la terre des os. Aussi sa proportion dans cette urine est-elle toujours relative à l'état de l'ossification : nulle ou presque nulle dans le premier âge de la vie, où les os se forment et emploient tout le phosphate de chaux apporté par la nourriture, elle augmente à mesure que les os se durcissent ; elle est à son *maximum* lorsque ceux-ci sont parvenus à leur accroissement total ; elle croît lorsque les os se ramollissent dans diverses maladies, et dans tous les temps sa connaissance est importante pour la physiologie et la médecine. Au lieu de ce sel, source principale du sédiment blanc qui se forme dans l'urine de l'homme, celle des mammifères tient du carbonate de chaux qui s'en précipite aussi ; et dans les animaux le superflu du phosphate de chaux se porte dans les poils qui garnissent leur peau, dans leurs ongles, dans leurs cornes, dans les divers appendices extérieurs de leur corps, et jusque dans la sueur abondante qu'un violent exercice fait naître chez eux.

130. Si l'on considère la grande quantité de la matière animale particulière à l'urine, et que j'ai désignée par le nom d'*urée* ; si l'on se rappelle qu'elle surpasse plusieurs fois la somme de tous les autres corps salins dissous dans ce liquide; qu'elle lui donne sa couleur, son odeur, ses véritables caractères d'urine ; que sans elle ce liquide ne serait pas ce qu'il est ; qu'on l'a trouvée constamment dans toutes les urines examinées jusqu'ici, on ne doutera plus que sa sortie soit le but principal, la fin la plus nécessaire et la plus remarquable de l'évacuation urinaire. En la voyant ensuite si dissoluble, si altérable, si fermentescible, si décomposable par le feu, si putrescible, sur-tout si susceptible de se changer, par la variation d'équilibre, en carbonate d'ammoniaque, il n'est

plus permis de douter que ce ne soit une matière animale composée par l'action vitale des organes, amenée au dernier terme de combinaison compliquée, disposée par une forte et longue atténuation chimique à se séparer en ses premiers élémens; en un mot, un corps trop animalisé, porté au *maximum* de l'animalisation, ne pouvant plus subir de nouvelle altération intime sans se décomposer et se détruire, menaçant conséquemment l'organisation animale d'une dissolution, d'une destruction toujours instantes, et devant être évacuée par la puissance conservatrice qui préside à l'entretien de la vie. Aussi cette matière est-elle surchargée d'azote et d'hidrogène; et l'on dirait que la portion trop vitalisée du sang, portée aux reins se sépare dans leur tissu intime en deux matériaux nouveaux, l'un très-oxigéné ou l'eau, et l'autre très-azoté; le premier, revenu à la combinaison binaire qui accompagne si constamment la dernière décomposition des composés compliqués; l'autre, prenant à l'extrême le dernier et le moins stable caractère d'animalisation, qui le rend si promptement et si facilement destructible. Ainsi l'urine chargée de ce principe, qu'elle fait sans cesse écouler hors du corps, emporte la matière animale la plus exaltée, le ferment le plus dangereux pour les autres humeurs, la source d'une putréfaction qui relâcherait et romprait même le lien de la vie, si elle était retenue dans l'intérieur. Quelles vues importantes cette considération n'offre-t-elle pas à la médecine, et quels résultats utiles ne peuvent-elles pas fournir à l'art, lorsqu'on étudiera sous ce rapport la nature des urines dans les maladies putrides!

131. L'acide urique est encore un des excrémens constans que l'urine entraîne; et si l'on en excepte le dépôt de la vessie d'une tortue qui en a présenté au citoyen Vauquelin, il paraît que celle de l'homme seule contient cette matière acide, source la plus commune des calculs des reins et de la vessie, puisqu'on n'a point trouvé jusqu'ici d'acide urique

dans l'urine des autres animaux. Cependant il est vraisemblable que cet acide a des rapports intimes avec l'urée, quoique les moyens chimiques n'aient point encore réussi à les établir avec précision. Comment se fait-il que l'urée très-abondamment contenue dans l'urine des mammifères, n'y passe jamais à l'état d'acide urique? Pourquoi cet acide est-il constant dans l'urine humaine? Comment s'y produit-il, et quelle circonstance particulière le fait naître dans l'homme, tandis qu'il n'existe pas dans les mammifères, si voisins d'ailleurs de l'homme par leur structure? Voilà des questions qu'on ne pourra résoudre qu'en suivant avec soin le genre de recherches chimico-cliniques dont j'ai parlé ci-dessus, et qui sont certainement de nature à faire espérer une solution exacte par ces recherches mêmes. L'intérêt qu'elles doivent inspirer est fondé, soit sur la constance exclusive de cet acide dans l'urine humaine, soit sur sa proportion très-variée dans diverses conditions de l'économie animale, sur-tout à la fin des maladies, soit sur le rapport qui paraît exister entre sa sortie par la vessie dans l'état de santé, et son transport vers les articulations dans les affections goutteuses, dont sa rétention et sa métastase semblent être la cause immédiate. Au reste, je reparlerai de cet objet dans l'article suivant, et je reviendrai, sous d'autres points de vue, aux utiles considérations qu'exige cette matière si neuve encore.

132. On doit voir déja quelle grande influence l'examen chimique de l'urine a sur la physique de l'homme: que sera-ce encore lorsque je pourrai faire considérer ce liquide comme évacuation critique dans un grand nombre de maladies; comme remplaçant dans un grand nombre de cas d'autres évacuations, ou répondant par son abondance et sa nature variée à la diminution, à l'augmentation, et même aux variations des autres écoulemens naturels; lorsque je ferai voir que, changeant de propriété, il devient une source de signes plus ou moins certains pour apprécier ce qui se

passe dans beaucoup de maladies : que se chargeant, par exemple, de matière animale nourricière, albumineuse ou gélatineuse, comme cela paraît avoir lieu dans les obstructions du bas-ventre, le carreau des enfans, les scrophules, les maladies d'estomac, les phthisies, etc., au lieu d'évacuer l'urée, dernier terme de l'animalisation, l'urine, dans cet état contre nature, fournit au médecin l'occasion d'estimer avec précision la faiblesse des organes assimilateurs, le défaut de la nutrition, le détour et l'écoulement toujours dangereux des sucs alimentaires ; lorsqu'enfin, suivant les divers changemens qui l'affectent, je trouverai dans ce liquide, examiné avec plus de soin qu'on a coutume de le faire par la seule inspection, une foule de signes propres à faire reconnaître la présence, les caractères et les états variés de plusieurs affections morbifiques? On conviendra sans doute, par ce simple aperçu, que s'il reste encore beaucoup de recherches à suivre sur cet objet, elles promettent tant d'avantages, tant d'applications immédiatement utiles à l'avancement de la physique animale, et déja si supérieures à celles qu'il était permis de montrer autrefois, que l'influence des connaissances chimiques sur les progrès rapides de cette physique ne peut plus rester en problême.

§. X.

Des usages médicinaux chimiques et économiques de l'urine.

133. Les caractères si remarquables, et sur-tout la saveur piquante et âcre, ainsi que l'odeur forte qu'exhale l'urine et qui la distinguent si éminemment de toute autre substance connue, quoiqu'on ait toujours ignoré jusqu'ici quelle en était la source, ont depuis long-temps fait placer ce liquide animal parmi les médicamens, et même parmi les plus

héroïques. On en attribuait spécialement les qualités médicinales à sa nature saline ; on l'avait même recommandée dans des maladies graves où la plupart des autres remèdes ont coutume d'échouer. Ainsi elle passait pour une sorte de spécifique dans les obstructions du bas-ventre et du foie, le carreau des enfans, les ulcères opiniâtres, les fièvres intermittentes rebelles aux autres traitemens. On l'a même rangée parmi les antiépileptiques, les aphrodisiaques, les hydragogues, les anthelmentiques les plus efficaces. Malgré la haute opinion que quelques hommes de l'art se sont formée des propriétés médicinales de l'urine, et les éloges qu'on leur a donnés, les médecins habiles ont depuis long-temps renoncé à son usage, et l'on ne voit plus que quelques hommes sans lumières, quelques empyriques déhontés conseiller ce remède, ou quelques gens de la campagne le prendre sans conseil et le faire prendre à leurs enfans.

134. L'administration de l'urine à l'intérieur du corps ne doit pas être regardée cependant, ou comme un objet indifférent à l'art, ou comme une pratique nulle et sans effet. A côté de quelques succès qu'on a sans doute trop vantés, et qui ont eu lieu dans des cas difficiles ou désespérés, plusieurs faits prouvent que l'urine a produit des maux plus ou moins violens, des vomissemens, des purgations fortes, et même des douleurs vives et presque les effets de l'empoisonnement. Quand on connaît la nature de l'urée, on ne peut pas nier, on doit même concevoir la possibilité de cette action de l'urine. Une matière si putrescible, si âcre, si voisine de la décomposition, portée à un excès d'animalisation qui la rend si fermentescible, peut, doit même, en échappant à la force digestive des sucs gastrique et intestinal, faire naître plus ou moins de trouble dans l'économie animale vivante. Je ne répugne même pas à croire que si on en faisait inconsidérément un usage continuel, et à doses trop petites pour qu'elle agît très-sensiblement en une seule fois, elle affaiblirait peu à peu

la force vitale, disposerait les humeurs à la septicité, pourrait faire naître des maladies putrides, et menacer la machine animée d'une dissolution complète. La prudence des médecins, qui depuis long-temps ont renoncé à l'urine comme médicament, et qui est certainement fondée sur une expérience éclairée, n'a rien que de louable et d'heureux pour les hommes; et il faut laisser au charlatanisme le conseil d'employer un médicament dont les qualités repoussantes ne sont pas, comme on le voit, les seuls inconvéniens que les malades ont à redouter de son usage.

135. L'emploi de l'urine comme topique dans un grand nombre de maladies extérieures est beaucoup plus fréquent encore, et n'est pas, à la vérité, accompagné des mêmes dangers ou des mêmes craintes. On s'en sert dans les brûlures, les foulures, les tumeurs froides, les congestions lymphatiques; elle passe pour être fortement résolutive : on l'associe souvent aux farines, aux herbes émollientes, aux cataplasmes, aux linimens de diverse nature. On l'a sur-tout recommandée pour les brûlures produites par le phosphore enflammé, et les chimistes l'ont annoncée presque comme spécifique dans ce cas. Ce ne peut être qu'en raison de la qualité discussive et répercussive qu'on y a reconnue. On a conseillé encore son application sur les parties affectées de la goutte et de rhumatismes; mais son usage dans ce cas peut n'être pas indifférent, et je crois plus prudent de s'en abstenir dans tous les cas : on ne doit pas l'employer sans précaution, et on ne saurait mettre trop de soin à en observer les effets. C'est aux hommes habiles et bien exercés dans la pratique de l'art qu'il faut avoir recours pour en diriger l'emploi et en modérer l'activité.

136. Les usages chimiques de l'urine humaine sont et plus sûrs et plus recommandables que les usages médicinaux. Quoique ce soit la première substance d'où on a retiré le phosphore, on ne s'en sert plus pour cet objet depuis 1774,

époque de la découverte de Schéele et Gahn sur l'extraction de ce corps combustible des os. Cependant on peut encore, à l'aide de quelques préparations chimiques, tirer un grand parti des phosphates contenus dans cette liqueur, pour en obtenir le phosphore. En précipitant l'urine fraîche par le nitrate ou l'acétite de plomb, il se dépose du phosphate de plomb insoluble provenant de la décomposition des trois phosphates de l'urine : ce sel, recueilli et lavé avec beaucoup de soin, et distillé immédiatement avec le quart de son poids de charbon, donne facilement du phosphore. La matière colorante ou l'urée, et l'acide urique qui se dépose en partie avec le phosphate de plomb, ne nuisent point au succès de cette opération ; ils ne font qu'en compliquer les produits par le carbonate d'ammoniaque qu'ils fournissent, et salir un peu le phosphore par l'huile qu'ils donnent dans leur décomposition par le feu ; mais le produit salin volatil reste en dissolution dans l'eau où l'on reçoit le phosphore qui distille ; et on purifie assez facilement ce dernier, soit en le redistillant à une chaleur douce, soit en le fondant et le passant plusieurs fois de suite sous l'eau à travers une peau de chamois. Le muriate de plomb qui accompagne aussi le précipité est enlevé par les grands lavages, sur-tout en aiguisant l'eau d'un peu d'acide muriatique. Cette fabrication de phosphore peut sur-tout être pratiquée avec avantage dans les maisons où sont réunis un grand nombre d'hommes, en ayant soin de réunir leurs urines dans des baquets, de la précipiter chaque jour avec un sel soluble de plomb, et de ramasser le précipité jusqu'à ce qu'on en ait une suffisante quantité pour le soumettre à la distillation : l'appareil de Pelletier doit être employé à cet usage. Les sels de zinc peuvent être substitués à ceux de plomb ; mais ils sont plus chers que ceux-ci, et ils ne pourraient servir que dans les lieux où ils seraient très-abondans.

137. Un autre usage chimique de l'urine qui n'est pas borné

à celle de l'homme, et qui appartient également à toutes les urines des animaux, c'est la production d'ammoniaque. En évaporant ce liquide jusqu'à consistance d'extrait, et en distillant celui-ci dans des appareils convenables, on obtient une grande quantité de carbonate ammoniacal. Haller avait déja indiqué, il y a long-temps, cette utile application des propriétés de l'urine. Autrefois on avait proposé l'emploi de ce produit en médecine, et on lui avait même attribué de grandes propriétés; aujourd'hui, plus instruit sur cet objet, on sait que ce carbonate d'ammoniaque ne diffère pas de celui que l'on retire de toutes les substances animales; que bien purifié il est le même, de quelque substance qu'on l'ait obtenu, et qu'il est bien plus important de considérer son abondante production de l'urine distillée pour les usages des manufactures, pour la fabrication du muriate ammoniacal, que pour les préparations médicinales. Ainsi, par exemple, il serait très-avantageux d'allier aux travaux des salines, dont les eaux-mères contiennent du muriate de chaux, l'extraction du carbonate d'ammoniaque par la distillation de l'urine putréfiée: ce produit, uni aux eaux-mères dont il séparerait du carbonate de chaux ou de la craie, y laisserait en dissolution du muriate d'ammoniaque qu'on obtiendrait par l'évaporation. On pourrait encore précipiter par le produit ammoniacal de l'urine une eau chargée de sulfate de chaux ou ce sel délayé simplement dans de l'eau, retirer le sulfate d'ammoniaque formé, et le chauffer avec du muriate de soude pour en sublimer, à l'aide des attractions électives, du muriate ammoniacal.

138. Nous avons indiqué, le citoyen Vauquelin et moi, les urines des bestiaux comme propres à fournir de l'acide benzoïque; et c'est encore un usage chimique auquel on peut les consacrer. Il faut pour cela évaporer un peu ces urines, y verser de l'acide muriatique assez concentré, et laver le précipité blanc cristallin d'acide benzoïque qu'on en obtient.

Il faut aussi faire un essai préliminaire de l'urine des mammifères qu'on destine à cette opération ; car il est possible que, suivant la nature des alimens dont on nourrit les bestiaux, ce liquide contienne trop peu de cet acide pour être obtenu avec profit, quoique je ne croie pas cette circonstance assez fréquente pour mettre un obstacle à l'extraction de l'acide benzoïque : l'urine qui a séjourné dans la litière, et qui s'écoule au fond des fumiers, peut servir à la même opération.

139. L'emploi de l'urine pour les nitrières artificielles est encore un de ses usages les plus importans : elle contient assez de matière animale pour favoriser la production de l'acide nitrique dans la putréfaction. Mais celle des mammifères est, à cet égard, bien préférable à celle de l'homme. Cette dernière contient du muriate de soude et des phosphates qui rendent la portion du salpêtre qui s'y forme, et très-impure, et très-peu abondante : celle des quadrupèdes, au contraire, a le grand avantage sur l'urine humaine d'être chargée de potasse et de muriate de potasse ; et à mesure que l'acide nitrique s'y forme, il se trouve converti en nitre assez pur ; la portion de nitrate de chaux qui s'y produit est aussi décomposée par le muriate de potasse. Voilà pourquoi les pasteurs de l'Helvétie extraient du salpêtre assez abondant et très-beau des litières pourries de leurs bestiaux, et du sol pratiqué sous leurs étables. Dans le Danemarck, les cultivateurs forment tous des nitrières artificielles avec les fumiers de leurs bestiaux, qu'ils mêlent avec du sable, et qu'ils laissent se décomposer lentement.

140. L'urine humaine est employée depuis un temps immémorial pour le foulage et le dégraissage des laines. Les dégraisseurs et teinturiers de Rome, relégués par la police de cette ville au delà du Tibre, conservaient l'urine dans de grands vases de terre où ils la laissaient pourrir, comme nous l'apprend Martial dans plusieurs Épigrammes, où il déclame contre l'odeur atroce que répandaient leurs ateliers. On s'en sert

encore aujourd'hui dans quelques pays pour des usages analogues. L'urine humaine entre d'ailleurs dans plusieurs recettes de teintures. C'est avec elle et par la macération que l'on prépare la couleur rouge de l'orseille, et plusieurs autres matières colorantes, avec quelques espèces de lichen, le *roccella*, le *parellus* ou la parelle, etc.

ARTICLE XXVI.

Des calculs urinaires de l'homme, et des concrétions goutteuses.

§. Ier.

De la succession et de l'histoire des travaux faits sur les calculs urinaires.

1. Quoique les calculs urinaires qu'on trouve dans les reins et dans la vessie humaine ne soient que des concrétions morbifiques et contre nature; comme les matériaux qui les forment sont presque tous contenus dans l'urine des hommes sains; comme leur étude, en éclairant sur les moyens de s'opposer à leur formation, ou d'en opérer la dissolution dans la vessie, peut rendre encore plus complète la connaissance si importante de ce liquide excrémentitiel, j'ai cru devoir en traiter à la suite de l'histoire de l'urine : j'y ai d'ailleurs été engagé par l'intérêt que cette étude doit répandre sur la chimie et la physique des animaux, sur-tout depuis les dernières découvertes faites sur la composition de ces concrétions. Je partagerai ce que j'ai à dire sur cet objet en huit paragraphes. Dans le premier, j'exposerai en peu de

mots l'histoire des travaux et des recherches chimiques faites sur les calculs urinaires humains ; je m'occuperai dans le second de leur siége et de leurs propriétés physiques ; j'énoncerai dans le troisième les divers matériaux qui les constituent, d'après les dernières analyses qui nous sont propres au citoyen Vauquelin et à moi ; le quatrième traitera de leur classification méthodique, d'après leur nature aujourd'hui connue ; le cinquième aura pour objet quelques considérations relatives à leurs causes et à leur formation : le sixième comprendra l'examen des dissolvans appropriés à ces calculs ; je rapporterai au septième la comparaison à établir entre les concrétions urinaires de l'homme et celles des animaux ; enfin, je consacrerai le huitième et dernier paragraphe à l'analyse des concrétions arthritiques, dans lesquelles on admet depuis long-temps une analogie intime avec les calculs des reins et de la vessie, quoiqu'on ne l'ait point encore suffisamment établie jusqu'ici par leur examen chimique.

2. Les anciens n'ont eu aucune idée exacte de la nature des calculs urinaires ; et ils ne pouvaient attacher aucun intérêt à ce genre de connaissances, puisque leurs notions sur la composition des différens corps naturels, comparés entre eux, étaient absolument nulles. Depuis Galien jusqu'à Paracelse et Van-Helmont, on ne trouve que des fictions ou des opinions hasardées dans les livres de médecine. Ces deux derniers, médecins-chimistes sans mieux connaître les calculs urinaires humains que ceux qui les avaient précédés, ont néanmoins commencé à former quelques soupçons sur leurs principes composans, et à les regarder comme des matières très-particulières. Paracelse avait imaginé le nom de *duelech* pour exprimer cette nature particulière ; et il avait pensé que les calculs étaient composés d'une matière fluide et d'un suc pétrifiant, quoiqu'il eût bien remarqué qu'il y avait une différence essentielle entre les pierres proprement dites, et les calculs de la vessie qu'on a nommés si inexactement *pierres*.

Van-Helmont, dans son Traité célèbre *de lithiasi*, a mis plus d'esprit et d'imagination que de faits et de résultats exacts d'expériences. On lui doit cependant l'idée ingénieuse de comparer le calcul vésical au tartre, et une des premières descriptions des effets de la distillation sur cette concrétion. Il en a obtenu une liqueur fétide, un sublimé cristallin jaune, une huile semblable à celle de l'urine, et un charbon friable peu salin. On peut faire un rapprochement singulier entre les résultats de Van-Helmont et les expériences modernes.

3. Le savant Hales a beaucoup insisté, dans sa Statique des animaux, sur le produit aériforme que fournit le calcul de la vessie, sur sa quantité; il en a expliqué la solidité par la présence de ce fluide qu'il a regardé comme le ciment des corps. Mais cette idée, reçue pendant plus de trente ans avec enthousiasme par les physiologistes, a été détruite par les découvertes sur les fluides élastiques et sur leurs différences. Une foule de médecins ont écrit sur le calcul sans en mieux déterminer la nature. Les principaux auteurs dans ce genre, depuis Hales jusqu'en 1776, Boerhaave, Slare, Denys, Detharding, Venette, F. Hoffman, Hartley, Wyth, Morand, Palucci, Lobb, Desault, Launey, Tenon, avec quelques faits vrais et bien vus sur les phénomènes chimiques que présentent les calculs de la vessie humaine, n'ont cependant consigné dans les fastes de la science que des erreurs, des hypothèses, marquées de temps en temps par quelques vues utiles ou par quelques aperçus ingénieux. Margraf lui-même, le dernier de ceux que je citerai dans cette liste d'hommes, qui, malgré leurs grands talens, n'ont fait faire aucun progrès à la connaissance des calculs urinaires; Margraff, tout habile chimiste qu'il était, n'a décrit en 1775, dans les Mémoires de Berlin, que l'action du feu sur ces concrétions, et n'a pas reconnu leur nature. Je ne parlerai point ici de tous les hommes de l'art qui ont écrit sur de prétendus lithontriptiques, sur des dissolvans de tous les genres, et qui n'ont

énoncé que des résultats erronés sans rien dire sur la composition des calculs, qu'il était cependant si naturel et si nécessaire de déterminer avant de proposer des dissolvans dignes de fixer l'attention ou de mériter la confiance.

4. C'est à Schéele, comme je l'ai déja indiqué ailleurs, qu'il faut rapporter la première et la plus importante découverte sur les calculs urinaires humains. Avant lui, on croyait vaguement que la matière de ces calculs était une terre analogue à celle des os, dont on n'avait pas non plus une notion exacte, comme on a vu ailleurs. L'illustre chimiste suédois a prouvé, en 1776, que ces concrétions étaient formées par un acide particulier presque indissoluble, que les lessives d'alcalis fixes caustiques dissolvaient bien, et qu'elles ne contenaient pas de chaux. Bergman confirma la découverte de Schéele, et annonça qu'il avait obtenu exactement le même résultat de son analyse. Quoique ce soit en effet une des plus belles choses qu'on ait faites en chimie, il est bien remarquable que Schéele ait voulu trouver exactement le même principe dans tous les calculs urinaires humains, qu'il ait assuré que tous étaient uniquement composés de la même matière acide, et qu'il n'ait pas eu occasion d'observer de ces concrétions d'une autre nature; tandis qu'il existe, comme je le ferai bientôt voir, au moins quatre autres matériaux dans les diverses espèces de calculs des reins et de la vessie de l'homme. On dirait que Schéele n'a jamais vu qu'une seule espèce de ces concrétions, ou qu'il n'en a vu qu'un petit nombre qui ne lui ont point offert de variétés dans leur composition.

5. Entre l'époque de la découverte de Schéele, et le travail auquel nous nous sommes livrés depuis 1792, le citoyen Vauquelin et moi, un assez grand nombre d'auteurs ont publié sur les calculs urinaires des Dissertations dans lesquelles les uns ont confirmé l'énoncé du chimiste suédois, et c'est le plus petit nombre; les autres ont cherché à le combattre et à l'infirmer; certains y ont ajouté plusieurs faits, notam-

ment sur la variation de leurs matériaux, et spécialement sur la présence du phosphate de chaux dans ces concrétions. Quoiqu'il y ait encore dans ce dernier genre d'ouvrages des incorrections, des erreurs même assez graves, au moins on ne s'est plus borné à distinguer les calculs urinaires par leur forme, leur couleur, leur surface, leur grosseur, leur dureté, et seulement par leurs propriétés physiques, comme on l'avait fait auparavant. C'est à ces trois classes de travaux qu'on doit rapporter les Mémoires et Dissertations de MM. Dobson, Percival, Falconer, Achard sur l'action lithontriptique de l'acide carbonique, et de beaucoup d'autres sur l'analyse des pierres de la vessie, spécialement de MM. Hartenkeil en 1785, Tychsen en 1786, Link en 1788, Titius en 1789, Walther en 1790, Brugnatelli en 1793, et Pearson, dans la première partie des Transactions philosophiques de 1798. Je ne cite pas ici une foule de Thèses ou Dissertations académiques qui ont paru depuis vingt ans dans différentes universités d'Allemagne, et qui n'offrent que des redites ou des erreurs anciennes.

6. Pendant cet intervalle, sans cesse occupé de tout ce qui tenait à la chimie animale, j'avais pris pour un des objets principaux de mes recherches l'analyse des concrétions de tous les genres; et j'avais publié à diverses reprises, dans les Annales de chimie, la suite de mes expériences. Le travail de M. Pearson, qui roulait spécialement sur la critique de la découverte de Schéele, et par lequel il voulait prouver que la matière nommée *acide lithique* dans la nomenclature française n'était pas véritablement acide, mais bien une espèce d'oxide animal, nous engagea, le citoyen Vauquelin et moi, à reprendre dans le plus grand détail l'examen chimique des calculs urinaires, à comparer leurs différences; car le seul aspect nous indiquait qu'il devait en exister d'assez grandes. Nous ramassâmes plus de cinq cents échantillons divers de ces concrétions; et leur analyse exacte nous con-

duisit à des résultats inattendus. Nous vîmes qu'au lieu d'une seule matière composant ces calculs, que Schéele avait admise, il y en avait quatre ou cinq autres différentes; que tantôt chacun de ces matériaux était isolé, et que souvent plusieurs étaient réunis au nombre de deux et même de trois dans un seul calcul; que l'on pouvait, en ayant égard à ce mélange ou à la disposition respective de ces matières, classer les calculs urinaires d'une toute autre manière et avec beaucoup plus de méthode qu'on ne l'avait fait jusque-là; que l'acide trouvé par Schéele existait bien véritablement, et ne devait pas être regardé comme un simple oxide; que le nom d'acide *lithique* n'était pas convenable, et qu'il fallait y substituer celui d'acide *urique*; enfin, que les lithontriptiques devaient varier suivant la nature des calculs, et qu'ils ne pouvaient pas toujours être pris dans la classe des lessives d'alcalis caustiques, comme l'indiquait l'analyse trop limitée de Schéele.

7. Il résulte, en général, de l'ensemble de tous ces faits nouveaux, observés depuis la découverte du chimiste de Suède, sur l'analyse des calculs urinaires humains, qui a été en même temps étendue à celle des calculs urinaires de plusieurs autres animaux et des concrétions animales de différens lieux du corps, que cette partie des connaissances chimiques est aujourd'hui beaucoup plus avancée qu'elle ne l'était; qu'on a maintenant des notions fort étendues sur les différences de composition existantes dans ce genre de matières; que ces notions, transportées dans la science médicale, peuvent jeter le plus grand jour sur la formation des concrétions animales diverses, et sur plusieurs points de la physique des animaux; que toutes les idées vagues, toutes les théories incertaines ou hypothétiques, présentées jusqu'à présent sur l'origine et la nature des calculs des reins et de la vessie, disparaissent et rentrent dans la classe des romans, dont on a si longtemps surchargé cette science; que la doctrine des lithontriptiques ou dissolvans des calculs, réduite à sa juste valeur,

est aussi perfectionnée ou conduite aussi loin qu'il est peut-être permis à l'art de l'espérer ; enfin, que les moyens d'analyser les concrétions animales étant maintenant bien déterminés et suffisamment variés pour apprécier leur véritable nature, on ne doit plus s'en rapporter à quelques analogies si souvent trompeuses, pour faire connaître ces concrétions. Toutes ces données nouvelles vont être exposées dans la suite de cet article.

§. II.

Du siége et des propriétés physiques des calculs urinaires.

8. Les calculs urinaires, formés, comme leur nom l'indique, d'une ou de plusieurs matières contenues dans l'urine, peuvent occuper tous les lieux que parcourt ce liquide excrémentitiel. On les trouve dans les bassinets des reins, dans les uretères, dans la vessie et dans le canal de l'urètre. Leur état concret les a fait nommer *pierres*, et beaucoup d'auteurs les avaient en effet tellement confondus avec ces corps, qu'ils avaient essayé d'en expliquer la formation par le même mécanisme. Leur premier siége, ou le lieu de leur formation primitive, étant le bassinet où se filtre l'urine, c'est par la séparation ou la cristallisation d'une substance dissoute dans ce liquide et qui s'en dépose trop promptement, que commence leur concrétion. Il peut cependant exister des dépôts calculeux formés primitivement dans les uretères, la vessie ou l'urètre : mais ces cas sont en général plus rares ; et l'on voit bien que les calculs de ces trois dernières régions ont le plus souvent pour origine des noyaux calculeux nés dans les reins.

9. Les calculs rénaux varient beaucoup dans leur grosseur, leur forme, leur couleur, leur surface, leur densité et leur tissu intérieur. Ce sont le plus souvent de petits corps concrets, arrondis, lisses à leur extérieur, brillans et cristallins,

d'une couleur fauve rougeâtre ou jaune de bois, assez durs pour être polis, et qui, à raison de leur petitesse, coulent facilement dans les uretères et dans la vessie, et sortent par le canal de l'urètre : on les nomme alors *graviers*, et gravelle la maladie dans laquelle on les rend. Quelquefois les graviers sont inégaux, grenus, rudes à leur surface, souvent même anguleux, hérissés, pointus ; et, quoique d'un petit volume, ils occasionnent alors beaucoup de douleurs et d'accidens en déchirant les canaux par lesquels ils passent. Dans d'autres cas, et par une disposition plus fâcheuse encore, ces calculs rénaux, formés dès le premier moment sous un volume trop gros pour être entraînés dans l'uretère avec l'urine, séjournent dans le bassinet, augmentent de volume, se moulent sur ses parois, s'étendent par des branches et des ramifications dans les premières divisions de cette cavité, pressent et altèrent le tissu du rein, de manière que celui-ci suppure, se fond, et ne laisse plus qu'une espèce de kyste rempli de pus et de la concrétion solide qui lui a donné naissance. Ce cas se présente rarement, à la vérité ; mais on l'observe néanmoins dans des dissections de sujets morts à la suite de longues maladies des voies urinaires. On a même trouvé de pareilles concrétions rénales d'un grand volume et d'une grande dureté chez des hommes qui ne s'étaient plaints d'aucune sensation propre à en annoncer l'existence. Les calculs rénaux, dans ces derniers cas, sont ordinairement colorés en brun, en rouge foncé, en noir, et enduits de diverses couches extérieures provenant du pus ou du sang : on en rencontre néanmoins qui sont jaunes, rougeâtres, cristallins et d'une matière calculeuse homogène. Il est rare que les calculs rénaux, de quelque forme et de quelque volume qu'ils soient, aient une couleur blanche ou grise. Sur un grand nombre que j'ai eu occasion d'examiner, je n'en ai encore vu que deux d'une nature mûrale, d'une couleur grise, noirâtre et cendrée, et d'une composition semblable à celle de

ce qu'on nomme *pierres mûrales de la vessie*, dont je parlerai plus bas : presque toujours ils sont d'acide urique.

10. Les calculs des uretères proviennent presque tous des calculs rénaux tombés des reins dans ces canaux, et qui trop gros pour avoir pu les parcourir s'y sont arrêtés. Souvent ils deviennent le noyau ou le centre de calculs plus gros par les couches que l'urine y dépose sans cesse ; quelquefois ils dilatent extraordinairement l'uretère, et lui font prendre la forme d'une poche qui retient l'urine : ce sont, en général, des concrétions assez rares. Il y en a un autre genre plus rare encore ; ce sont les incrustations calculeuses qui se forment sur les parois de ces canaux lorsque les urines y séjournent, comme dans le cas qui vient d'être cité. On a trouvé la membrane interne d'un uretère encroûtée d'un dépôt qui s'était moulé sur cette membrane ; mais ce phénomène est excessivement rare : l'enduit est blanc et formé dans ce cas de phosphates terreux. Quelquefois les calculs des uretères sont percés d'un trou qui laisse passer les urines.

11. Les calculs de la vessie sont beaucoup plus communs que les précédens. On s'est beaucoup plus occupé d'eux que des calculs des reins et des uretères : on les a distingués par toutes leurs propriétés physiques ; on les a classés d'après leur grosseur, leur forme, leur surface, leur dureté, leurs couches, etc. Leur origine ou leur première formation est triple : ou bien ils naissent dans les reins ; et arrivés dans la vessie par les uretères, ils augmentent de volume par l'addition de couches successives déposées par les urines : ces calculs à noyau rénal sont les plus fréquens de tous ; ou bien ils commencent dans la vessie même, et ils y prennent leur naissance comme leur accroissement ; ou enfin ils ont pour base, pour noyau un corps étranger venu du dehors, et ils ne sont dus qu'à un accident quelconque qui a introduit ce corps étranger dans la vessie par l'urètre. Ceux-ci, qui ne sont pas très-rares, se rencontrent sur-tout dans le sexe féminin, dans lequel la

forme, la direction et le peu d'étendue du canal de l'urètre admettent plus facilement les corps extérieurs. On trouve souvent dans les hôpitaux où l'on pratique la lithotomie des calculs vésicaux qui ont pour base des épingles, des aiguilles de fer, d'acier, de laiton, d'ivoire, des épis, des brins de bois, des morceaux de drap, de linge. Une tente, un fragment de sonde, une balle de fusil ont quelquefois aussi donné naissance à des dépôts calculeux qui les ont enveloppés dans la vessie.

12. Quoiqu'il y ait un très-grand nombre de variétés dans les calculs de la vessie, d'après leurs propriétés physiques, on peut cependant rapporter à quelques titres généraux ces variétés, et partager ou distinguer méthodiquement ces concrétions par leur seul aspect : je vais les considérer ici sous le point de vue de leur forme, de leur volume, de leur couleur, de leur surface, de leur pesanteur spécifique, de leur odeur, de leur tissu intérieur et de leurs couches.

A. La forme, quoique variable dans les calculs vésicaux, est cependant le plus souvent, ou sphéroïdale, ou ovoïde, ou comprimée sur deux faces comme des dragées d'amandes. Quelquefois on en trouve de polygones ou à facettes ; ce qui a lieu quand ils sont plusieurs dans la vessie : il y en a même de presque cubiques ou cuboïdes. Leurs extrémités sont souvent inégalement pointues ou obtuses. Rarement on en voit de cylindroïdes, et plus rarement encore en cylindres terminés par des espèces de têtes portées sur un rétrécissement. Il y en a encore de sphéroïdes aux deux bouts, et de rétrécis ou étranglés dans leur milieu : quelques-uns ont des pointes recourbées.

B. Le volume est ce qui varie le plus dans les calculs de la vessie ; il y en a qui ne sont que comme de petites fèves, tandis que l'on en trouve qui remplissent entièrement cet organe. Ceux d'une grosseur moyenne, et qui sont les plus communs, imitent par leur volume depuis les œufs de pigeon jusqu'aux œufs de poule.

C. La couleur mérite d'être soigneusement distinguée dans ces concrétions, parce qu'elle est l'indice de leur nature. Il ne faut pas confondre avec la coloration propre des calculs vésicaux les taches ou enduits rouges ou bruns, qui sont souvent dus à du sang déposé sur leur surface. Il y a trois genres de couleurs dans ces calculs; la jaune fauve ou couleur de bois, qui varie dans sa teinte depuis une espèce de jaune pâle jusqu'au rougeâtre ou au rouge brun, analogue à quelques marbres : c'est la nuance des calculs formés d'acide urique; le blanc ou gris blanc plus ou moins pur, qui annonce toujours les phosphates terreux; et le gris foncé ou noirâtre, souvent nué de gris de perle, indice de l'oxalate de chaux qui constitue les calculs mûraux. Il y a de plus des calculs vésicaux nuancés ou pointillés de brun ou de gris foncé sur un fond jaune de bois ou blanc. Les taches brunes ou grises foncées, ordinairement saillantes en relief, sont les extrémités de tubercules d'oxalate de chaux ou calculs mûraux, placés au centre et comme enchâssés dans de l'acide urique quand le fond est jaune de bois, ou dans des phosphates quand le fond est blanc. Ces espèces de calculs variés ne présentent ordinairement les pointes brunes que dans leur milieu ou à l'une de leurs extrémités. Dans ce dernier cas, le noyau mûral est excentrique. Ce que j'énonce ici sur les couleurs de ces concrétions est le produit de mes observations sur plus de six cents calculs réduits ainsi à un certain nombre de classes générales. Les auteurs en ont décrit de verts, de couleur d'olive, de bleuâtres, de rosés, de jaunes; mais ce ne sont que des signes de matières étrangères, ou des nuances de quelques-unes des couleurs indiquées.

D. L'extérieur ou la surface des calculs vésicaux offre un grand intérêt à l'observateur, soit pour apprécier leurs effets dans la vessie, soit pour concevoir leur nature. Cette surface est tantôt lisse et polie, et alors elle ressemble au marbre lorsqu'elle est en même temps couleur de bois et matte.

Dans d'autres, elle est unie sans être polie; quelquefois elle est inégale, graveleuse, chargée de petits tubercules rudes ou doux, toujours avec la même couleur jaune de bois. Ces mêmes calculs présentent quelquefois aussi une partie seulement de leur surface lisse, et une autre raboteuse. On en voit encore sur lesquels il y a comme des appendices ou des dépôts de la même nature en tubercules ou en graviers saillans. Souvent une couche externe, mince et interrompue dans quelques points, montre une sorte d'écorce ou de croûte.

Les blancs sont quelquefois doux et lisses, quelquefois demi-transparens ou chargés de cristaux brillans, et ils annoncent par ce caractère le phosphate ammoniaco-magnésien; d'autres fois mats, finement graveleux ou rudes au toucher, ou creux, cariés et comme spongieux, et alors ils sont formés de phosphate de chaux.

Les calculs bruns ou gris foncés sont nommés *pierres mûrales*, parce que leur suface saillante, mamelonée, souvent polie et brillante à l'extrémité de chaque mamelon, imite les tubercules aglomérés des mûres. On en voit parmi ceux-ci qui sont hérissés de tubercules alongés et saillans en pointes aiguës comme les épines dont quelques coquilles sont armées. Ce sont les plus terribles des calculs, en raison des douleurs atroces qu'ils font naître, et des déchiremens dangereux qu'ils produisent sur les parois de la vessie.

E. La pesanteur spécifique des calculs urinaires de la vessie n'a point encore été indiquée : j'en ai pesé 500 environ, et d'espèces très-variées, avec beaucoup de soin; j'ai trouvé que la pesanteur des plus légers était à celle de l'eau :: 1213 : 1000, et celle des plus lourds :: 1976 : 1000. Cette densité plus grande que l'eau, mais moindre que celle de la plupart des pierres proprement dites, prouve que cette dénomination leur était mal appliquée; mais elle annonce cependant que les calculs vésicaux s'en rapprochent assez pour avoir pu induire en erreur : ils sont souvent assez denses pour recevoir un beau poli; ils sont toujours fragiles.

F. J'indique l'odeur parmi les variétés des calculs de la vessie, parce qu'en effet cette propriété y varie de trois manières; tantôt elle est sensiblement urineuse et ammoniacale, soit en les frottant, soit en les sciant; tantôt elle est simplement comme terreuse ou fade, ainsi qu'on l'observe souvent dans les calculs blancs; quelquefois elle est toute semblable à celle des os ou de l'ivoire que l'on scie ou que l'on rape, et analogue à celle du sperme: on trouve cette dernière dans les calculs muraux; elle peut même servir à les caractériser.

G. Le tissu intérieur des calculs vésicaux fait tellement varier ces concrétions, qu'il est permis d'assurer qu'on n'a qu'une notion très-inexacte et très-imparfaite de leur nature, lorsqu'on ne les scie pas, et lorsqu'on ne fait point passer la section par leur centre. Leur surface extérieure n'annonce, en effet, jamais exactement ce qu'ils sont dans leur intérieur, sur-tout quand ils ont un volume qui excède celui d'un œuf de pigeon. Quand on brise les calculs vésicaux, ce qui se fait facilement, soit en les frappant avec un marteau, soit en les laissant tomber d'un mètre ou de quelques mètres de haut, ils se séparent ordinairement en deux ou trois couches plus ou moins épaisses, égales, et presque polies même entre elles, ou seulement un peu raboteuses, et qui annoncent qu'ils se sont formés par des dépôts successifs, à diverses époques. La cassure striée très-fine, et la couleur jaune de bois, ou rougeâtre homogène de leur intérieur, appartiennent spécialement à ceux qui sont formés d'acide urique. On voit mieux encore ce tissu en les sciant; leur centre est ordinairement occupé par un noyau de même nature, qui se détache facilement; et leur surface interne découverte, qui offre quelquefois des couches de teintes un peu variées, reçoit un poli doux, semblable à celui du marbre ou des serpentines.

Quand les couches découvertes par la section sont blanches, demi-transparentes, quand leur cassure est lamelleuse et spa-

thique, elles annoncent le phosphate ammoniaco-magnésien ; très-cassantes, et se brisant en petites couches opaques et friables par le mouvement de la scie, elles indiquent le phosphate de chaux ; très-dures, difficiles à scier, résistant à l'instrument, montrant une face lisse, grise foncée dans leur section, et exhalant l'odeur d'ivoire, elles sont formées d'oxalate de chaux.

Souvent des couches blanches extérieures de phosphates terreux présentent à leur centre un noyau plus ou moins gros de matière jaune d'acide urique, ou un centre d'un gris brun de matière mûrale. Quelquefois ce dernier noyau est recouvert de couches striées jaunes d'acide urique. Dans ces deux derniers genres de calculs à deux ou trois matières diverses, le centre mûral paraît comme rayonné dans sa section. Quand le noyau ou centre est d'acide urique, recouvert de couches blanches de phosphates, il est au contraire d'une forme circulaire ou ovale, mais avec une courbure égale et sans structure rayonnée. Rarement on voit les trois couches, de phosphates au-dehors, moyennes d'acide urique, et centrales d'oxalate calcaire ou mûral : plus rarement encore ces trois corps, distincts par leur couleur, leur tissu, leur forme, s'enveloppent plusieurs fois alternativement et dans un ordre différent de celui qui vient d'être indiqué.

On doit voir, d'après cette description des variétés de couches et de tissu des calculs vésicaux, que leur aspect comparé peut servir à les faire reconnaître et à les diviser en un certain nombre d'espèces distinctes.

13. Il est assez rare que l'urètre contienne des calculs qui lui soient propres : ce cas cependant n'est pas sans quelques exemples. On a vu des calculs formés dans la fosse naviculaire, aux environs du bulbe de l'urètre ; on a vu des corps étrangers, séjournant dans le canal, et plus souvent des sondes laissées quelques jours de suite sans mouvement, s'enduire de croûtes calculeuses blanches. Chez les femmes qui ont long-temps porté un pessaire à queue, il est assez fréquent

de rencontrer des cristaux brillans de phosphate ammoniaco-magnésien, formés sur la partie de cet instrument voisine du canal de l'urètre, et continuellement abreuvée par de l'urine. On a vu encore plusieurs fois l'urine, séjournant entre le gland et le prépuce, y donner naissance à des concrétions blanches, qu'une insouciance inconcevable chez ceux qui les portent, a laissé croître jusqu'à un volume extraordinaire. On conserve dans la collection anatomique de l'Ecole de médecine de Paris deux concrétions de cette espèce, observées et données par le citoyen Sabbatier, l'un de ses professeurs. Dans tous les cas, les calculs de l'urètre, formés comme des incrustations sur des corps étrangers introduits dans ce canal, ou produits par le long séjour de l'urine, sont constamment composés de phosphates terreux, qui, comme on l'a vu dans l'histoire chimique de ce liquide, s'en séparent facilement. Il y a aussi des calculs urétraux provenant de la vessie, et qui s'arrêtent quelque temps, soit en raison de leur volume, soit en raison de leur surface tuberculeuse, épineuse ou aiguë dans quelque partie de ce canal. Communément ils n'y restent que peu d'heures ou peu de jours, parce qu'ils gênent trop l'écoulement des urines pour qu'on ne soit pas obligé d'en procurer la sortie par les pinces, les curètes, ou l'espèce de section du canal qu'on nomme *boutonnière*. L'origine de ces calculs peut être rénale ou vésicale : ils présentent plus souvent, à la vérité, les caractères extérieurs ou les propriétés physiques des concrétions calculeuses rénales.

§. III.

Des divers matériaux constituans des calculs urinaires.

14. Si l'on a bien saisi la marche et la série des progrès que la science a faits dans la connaissance des matériaux qui

composent le tissu des calculs urinaires, on a dû voir qu'après les idées vagues et indéterminées sur la nature pierreuse ou terreuse de ces concrétions, sur leur composition analogue au tartre, Schéele avait porté, en 1776, une lumière vive et inattendue dans cette partie de l'art de l'analyse, en découvrant que les calculs étaient formés par un acide concret, indissoluble, particulier à ce genre de corps; que néanmoins cet habile chimiste avait cru à tort que cette matière acide constituait généralement tous les calculs. On a dû remarquer qu'après lui on avait trouvé que le phosphate de chaux faisait une partie essentielle de la composition de plusieurs d'entre eux; qu'on avait même essayé de revenir sur la nature acide de la matière calculeuse la plus fréquente, et que l'on avait voulu la ramener à un simple état d'oxide animal, caractérisé par des propriétés spécifiques singulières autant que distinctes. Il est probable que sans cette dernière prétention de M. Pearson, chimiste anglais, qui se trouvait d'ailleurs d'accord avec les résultats de MM. Linck, Hartenkeil, Walther, etc, relativement à l'existence simultanée du phosphate de chaux et de l'acide urique dans les calculs, nous n'aurions pas été conduits, le citoyen Vauquelin et moi, aux découvertes que nous avons faites sur les matériaux bien plus multipliés des calculs urinaires.

15. Les recherches anciennes que j'avais entreprises, depuis 1786 jusqu'en 1793, sur les concrétions, et que je desirais de poursuivre, la nécessité de reconnaître, avec beaucoup d'exactitude, la valeur des idées que M. Pearson avait exposées, et de savoir s'il avait eu de bonnes raisons pour combattre notre dénomination d'acide donnée au calcul vésical, la certitude déja acquise par mes anciens travaux, que ce calcul était formé de quelque chose de plus que de l'acide découvert par Schéele, et le soupçon que cette matière étrangère à l'acide calculeux pouvait être elle-même variée ou multiple; enfin, l'espérance de déterminer avec précision ce qu'on pouvait attendre des lithontriptiques : tels furent tout à la fois les

motifs qui nous engagèrent, le citoyen Vauquelin et moi, à nous occuper avec le plus grand soin de l'analyse des calculs urinaires humains; et après en avoir réuni plusieurs centaines par les soins et la bienveillance de plusieurs médecins, spécialement des citoyens Sabbatier, Lassus, Pelletan, Jussieu, Boyer, Deschamps, à Paris, des citoyens Noel de Reims, Petit de Lyon, Pamard d'Avignon, Maussion d'Orléans, et sur-tout du citoyen Giobert de Turin, qui en possède une collection de plusieurs milliers, dont il nous a généreusement offert le partage, nous avons employé tout l'été de l'an 6 et celui de l'an 7 à poursuivre sans relâche l'examen et l'analyse de ces concrétions.

16. Pour fruit de nos expériences nombreuses, et tellement répétées ou multipliées qu'elles ne laissent plus aucune prise au doute et à l'erreur, au lieu de deux substances qu'on avait reconnues seulement jusqu'à notre travail dans les calculs urinaires de l'homme, nous y avons trouvé sept substances bien distinctes; savoir, l'acide urique, l'urate d'ammoniaque, le phosphate de chaux, le phosphate ammoniaco-magnésien, l'oxalate de chaux, la silice, et une matière animale souvent variable dans les différentes espèces de calculs.

Nous avons donné dans un premier Mémoire très-étendu, lu à l'Institut en vendémiaire de l'an 7, tous les détails des expériences qui nous ont conduits à la découverte de ces sept substances diverses. Si l'on en excepte l'acide urique et le phosphate de chaux, nous ne pouvions avoir, d'après les analyses connues avant nous, aucune notion ni même aucun soupçon des cinq autres substances qui se sont offertes à nos recherches comme matériaux des calculs urinaires. Sans entrer dans les mêmes détails ici, j'exposerai les caractères chimiques de chacun de ces matériaux, afin de donner aux chimistes et aux médecins les moyens de les reconnaître désormais, et pour diriger d'ailleurs ma marche dans la distinction des espèces et des variétés de ces concrétions.

A. *De l'acide urique.*

17. L'acide urique découvert par Schéele, nommé successivement *acide bézoardique* et *acide lithique*, avant la dénomination que je lui assigne ici, parce que le premier de ces noms lui donnerait une latitude qu'il n'a pas, et parce que le second l'associe à des substances pierreuses dont il s'éloigne beaucoup, est bien véritablement un acide particulier, et ne doit pas être rangé dans la classe des oxides, comme M. Pearson l'avait cru. Voici les propriétés que Schéele y avait indiquées, et par lesquelles il l'avait caractérisé. L'acide urique est insipide, inodore, dur, cristallisé, presque insoluble dans l'eau froide, soluble dans plusieurs milliers de fois son poids d'eau bouillante : il se sépare de celle-ci, par le froid, en petits cristaux jaunâtres ; il se dissout facilement dans les lessives d'alcalis fixes ; il en est précipité en poudre blanche par tous les autres acides, même le carbonique ; il est presque inattaquable par les acides sulfurique et muriatique, dissoluble dans l'acide nitrique concentré qu'il teint en rouge ; il donne à la distillation un peu d'acide urique sublimé sans décomposition, très-peu d'huile et d'eau, du carbonate d'ammoniaque cristallisé, du gaz acide carbonique ; il laisse un charbon très-noir sans alcali et sans chaux.

18. J'ajouterai à ces caractères indiqués par Schéele, et d'après nos recherches particulières, les autres propriétés qu'un long travail nous a fait découvrir sur cet acide. Quand on le triture avec des lessives de potasse ou de soude concentrées, il forme d'abord une sorte de matière saponiforme, épaisse, pâteuse, très-dissoluble dans l'eau quand il y a un excès d'alcali, peu lorsque ce sel est neutre. Les urates de potasse et de soude saturés sont peu sapides, peu dissolubles, cristallisables. En précipitant leur dissolution étendue d'eau par l'acide muriatique, on obtient l'acide urique en petits

cristaux aiguillés, brillans, très-volumineux, peu colorés, et seulement d'une légère teinte jaunâtre en comparaison de la couleur de bois qui caractérise cet acide seul. L'ammoniaque ne dissout point l'acide urique, ou ne le dissout que très-peu, et l'urate d'ammoniaque est à peine dissoluble. L'eau de chaux ne le dissout également qu'en très-petite quantité. Les carbonates alcalins n'ont aucune action sur lui. L'acide nitrique, en le dissolvant et le colorant en rouge, en change la nature, en convertit une portion en acide oxalique. La coloration de la dissolution nitrique, donnée par M. Pearson comme un caractère tranchant de ce qu'il croyait être un oxide d'un genre particulier, n'est pas due à l'acide urique, mais à une matière animale qui l'accompagne, qui paraît être un peu d'urée. Je me fonde, pour adopter cette idée, sur ce que l'acide du nitre se colore de même avec l'extrait d'urine, et sur l'autre expérience qui suit.

19. L'acide muriatique oxigéné altère promptement la nature de l'acide urique, soit lorsqu'on suspend un calcul dans cet acide liquide, soit, et plus facilement encore, lorsqu'on fait passer du gaz acide muriatique oxigéné dans de l'eau, au fond de laquelle est placé l'acide urique en poudre. Sa couleur pâlit, sa surface se gonfle, se ramollit et devient comme gélatineuse. Cette partie disparaît et se dissout bientôt en rendant la liqueur laiteuse. Tout l'acide calculeux éprouve la même dissolution, couche par couche; il reste seulement environ un soixantième de matière blanche floconeuse animale. Il se dégage par une effervescense lente et continue de petites bulles de gaz acide carbonique. La liqueur bien dissoute donne, par l'évaporation, du muriate d'ammoniaque, de l'oxalate acidule d'ammoniaque, l'un et l'autre cristallisés, de l'acide muriatique libre et de l'acide malique. Ainsi l'acide muriatique oxigéné décompose l'acide urique, le change en ammoniaque, en acides carbonique, oxalique et malique. Le premier de ces acides se dégage; le second s'unit à l'ammoniaque en sel

acidule, aux dépens même de l'acide muriatique, dont une partie reste libre dans la liqueur. Quant à l'acide malique, il se retrouve dans la liqueur, qui ne fournit plus de cristaux, et on l'obtient par l'évaporation à siccité. Les flocons blancs indissolubles, et formant environ le soixantième ou le soixante-dixième du calcul urique, sont la même matière animale que celle qui colore en rouge l'acide nitrique lorsqu'on dissout cette espèce de calcul dans l'acide nitrique; et c'est à une portion de cette matière qu'est due la couleur rouge et la forme cubique que prennent les cristaux de muriate d'ammoniaque que fournit l'évaporation de la liqueur. Il faut remarquer que la première action de l'acide muriatique oxigéné sur l'acide urique est de le convertir en ammoniaque et en acide malique, si l'on emploie peu de réactif; qu'une plus grande dose fait passer celui-ci à l'état d'acide oxalique; et que si l'on emploie beaucoup d'acide muriatique oxigéné, on décompose complétement ces deux acides, et on les amène à l'état d'eau et d'acide carbonique.

20. Un des caractères qui appartiennent encore à l'acide urique est la manière dont il se comporte au feu; non seulement il donne du carbonate d'ammoniaque par la distillation à feu nu; il se sublime en partie; il fournit du gaz acide carbonique, sur lequel, en le prenant pour de l'air, Hales avait tant insisté; mais il est très-remarquable encore par le peu d'huile que forme l'action du calorique, par l'acide prussique qui s'y développe, et qu'on trouve parmi ses produits, soit gazeux, soit liquides; par le charbon non salin, quoiqu'assez abondant, qu'il laisse pour résidu; par la petite quantité d'eau qui s'en sépare, dans cette analyse, au feu; par l'odeur fétide particulière et analogue à celle de la corne ou des os brûlés qu'on trouve à tous les produits de ce genre de concrétions; par le mélange de l'odeur d'amandes amères avec cette première odeur si frappante et si remarquable.

Tous ces faits montrent que l'acide urique est un composé

animal d'un genre très-particulier, formé d'azote, de carbone, d'hidrogène et d'oxigène, susceptible d'un assez grand nombre d'altérations diverses par les réactifs chimiques, surtout de se convertir en ammoniaque et en quatre acides différens, le malique, l'oxalique, le prussique et le carbonique, suivant le terme plus ou moins avancé de sa décomposition. Cet acide entièrement particulier ou propre aux substances animales dont il est une des excrétions, lorsqu'il ne peut pas sortir avec l'urine qui le tient naturellement en dissolution, soit parce qu'il est trop abondant, soit parce qu'il y a un corps étranger quelconque sur lequel il peut se déposer, entraîne avec lui, dans sa concrétion calculeuse, une portion de matière animale colorante qui lui donne la teinte jaune de bois ou rouge clair, et qui paraît être de la même nature que l'urée. Il paraît même que l'acide urique provient de cette dernière matière, quoique je n'aie pas pu encore déterminer par quel genre de changement l'une de ces substances passe à l'état de l'autre.

B. *De l'urate d'ammoniaque.*

21. Il y a lieu de croire que l'urate d'ammoniaque, que nous avons trouvé assez souvent dans les calculs urinaires, a été confondu avant notre travail avec l'acide urique pur. Schéele l'a rencontré sans le connaître, puisqu'il a remarqué que les pierres de la vessie répandaient souvent de l'ammoniaque pendant leur dissolution dans les lessives d'alcalis fixes caustiques. C'est en effet là le caractère chimique non équivoque qui le distingue de l'acide urique pur; il se dissout comme ce dernier dans les lessives de potasse ou de soude; mais sa dissolution est accompagnée d'un dégagement abondant d'ammoniaque, tandis que celle de l'acide urique pur a lieu sans odeur ammoniacale. On reconnaît sa pureté par sa dissolution entière et complète dans ces lessives. S'il reste

quelque chose d'indissous, cette matière n'est pas de l'urate d'ammoniaque ni de l'acide urique ; elle appartient conséquemment à l'une ou à l'autre de celles qui suivent.

22. L'urate d'ammoniaque est presque toujours reconnaissable par ses couches minces et unies sans être constamment lisses, par les calculs de peu de volume qu'il forme ordinairement, par la couleur de café au lait qu'il présente le plus communément. Quoiqu'il soit quelquefois seul, il est le plus souvent mêlé de phosphates terreux interposés entre ses couches, dans les calculs urinaires dont il fait partie. Il n'est guère plus dissoluble dans l'eau froide et chaude que l'acide urique. Les acides se comportent avec lui comme avec ce dernier, sauf leur saturation préalable par son ammoniaque, qui exige une plus grande quantité d'acide pour en changer la nature. L'urate d'ammoniaque est le plus souvent mêlé de phosphate ammoniaco-magnésien, parce qu'il paraît n'exister qu'après la formation d'une quantité d'ammoniaque suffisante pour saturer d'abord le phosphate de magnésie natif de l'urine, et ensuite l'acide urique qui y est naturellement libre. Ses caractères sont si simples, et en même temps si tranchés, qu'on ne pourra plus le méconnaître désormais.

C. *Du phosphate de chaux.*

23. On n'avait indiqué que vaguement jusqu'ici la présence du phosphate de chaux dans les calculs urinaires ; tout ce qui n'était pas de l'acide urique passait pour être ce sel calcaire. Obligés de distinguer ce composé d'avec cinq autres substances qui peuvent se trouver avec lui dans ces concrétions, nous avons cherché dans ses propriétés apparentes ou physiques et dans ses propriétés chimiques, des caractères propres à le faire reconnaître, sans doute, sans équivoque et sans erreur. Voici ce qu'une longue habitude de décrire et d'examiner les calculs nous a fourni sur l'un et l'autre de ces objets.

Le phosphate de chaux calculeux est en couches minces, friables ou peu consistantes, se brisant en éclats ou en écailles sous la scie, d'une couleur blanche sale ou un peu grise, sans forme cristalline lamelleuse ou spathique, mattes et opaques, sans odeur et sans saveur. Quelquefois, au lieu de couches nombreuses et peu adhérentes les unes aux autres, il offre des grains incohérens, vraiment friables, agrégés faiblement les uns aux autres par un dépôt rapide, comme le sont les molécules des incrustations et des ostéocoles : on y voit beaucoup de pores et de cavités comme dans un tissu spongieux ; jamais il ne compose seul un calcul urinaire humain.

24. Quelque blanc et pur à l'aspect que paraisse le phosphate de chaux dans les concrétions vésicales, il est toujours intimement uni à une matière animale gélatineuse comme dans les os ; c'est pour cela qu'il noircit et se charbonne quand on le chauffe fortement : il répand une odeur de corne ou d'os brûlés ; il donne de l'eau, de l'huile et du carbonate d'ammoniaque à la cornue, et laisse un résidu charbonneux. Calciné au blanc, il ne laisse pas de chaux, et seulement du phosphate de chaux privé d'eau de cristallisation. Il est parfaitement indissoluble dans l'eau froide : quand on le traite par l'eau bouillante, une portion de gélatine se dissout dans ce liquide, et répand une odeur animale fade très-reconnaissable. Tous les acides, même affaiblis, excepté le boracique et le carbonique, dissolvent ce sel et le convertissent en phosphate acidule : c'est sur-tout dans les acides nitrique et muriatique qu'on en opère facilement et promptement la dissolution sans effervescence. Des fragmens ou couches entières de ce phosphate calculeux suspendus dans l'un ou l'autre de ces acides étendus d'eau de manière à pouvoir être bus, laissent des flocons transparens et celluleux de la matière animale à mesure que le sel terreux se dissout. Sa dissolution acide est précipitée par les alcalis purs et l'ammoniaque sans décomposition ; le précipité, recueilli et séché, est toujours du phosphate de

chaux. Quand on traite ce sel par l'acide sulfurique un peu concentré, il forme un magma épais de sulfate et de phosphate acide de chaux : les alcalis et les carbonates alcalins n'ont aucune action sur lui. Jamais nous n'avons trouvé dans les calculs blancs ou dans les couches blanches de calculs urinaires le phosphate acide de chaux que le citoyen Brugnatelli dit y avoir rencontré.

D. *Du phosphate ammoniaco-magnésien.*

25. On se rappelle que l'urine gardée et passant à l'ammoniaque donne des cristaux transparens blancs et prismatiques de phosphate ammoniaco-magnésien. Il paraît que c'est par un phénomène semblable que ce sel, qui se trouve souvent au dehors ou dans les couches extérieures des calculs urinaires, se forme dans la vessie. On reconnaît facilement le phosphate ammoniaco-magnésien des calculs, à ses propriétés physiques : il est en couches lamelleuses, spathiques, demi-transparentes, dures et cohérentes ; on le scie très-bien et il ne se brise point comme le phosphate de chaux ; il donne sous la scie une poussière fine, douce sous le doigt, d'un blanc éclatant, tandis que celle du phosphate calcaire est grossière, d'un blanc sale et mat. Il a une saveur douceâtre et fade, et se dissout un peu dans la bouche : quelquefois il est sous la forme de cristaux rhomboïdaux, brillans, ou de lames carrées, chatoyantes, disséminées dans les cavités d'autres matières calculeuses. Quand on l'a une fois bien examiné, sur-tout en le comparant au phosphate de chaux placé à côté de lui, il n'est plus possible de le confondre ou de ne pas le reconnaître, tant ses propriétés sensibles ou ses caractères extérieurs sont tranchés et saillans.

26. Ses propriétés chimiques ne sont pas moins marquées et moins propres à le faire reconnaître sans ambiguité. Quoiqu'il contienne, comme le phosphate de chaux, un peu de

matière animale gélatineuse entre ses lames, et qu'il noircisse quand on le chauffe, il en présente sensiblement moins que lui, et il est plus purement salin. Il se dissout dans l'eau, peu abondamment à la vérité, mais assez pour qu'on puisse faire cristalliser sa dissolution par une évaporation spontanée; il se dissout plus facilement et plus promptement dans les acides que le phosphate de chaux : l'acide sulfurique faible le dissout complétement, et forme du sulfate ammoniaco-magnésien ; ses fragmens suspendus dans les acides nitrique et muriatique très-affaiblis, y disparaissent plus vîte que ceux du phosphate de chaux, et y laissent des flocons membraneux plus légers et moins abondans. L'ammoniaque n'en précipite que de légers flocons magnésiens, ou même rien si l'acide dissolvant est en grand excès, tandis qu'elle trouble fortement la dissolution de phosphate calcaire. Les lessives d'alcalis fixes caustiques en dégagent l'ammoniaque sans en opérer la dissolution ; ils lui enlèvent l'acide phosphorique, et laissent la magnésie résidue et isolée. C'est ce dernier caractère, de dégager en même temps de l'ammoniaque sans se dissoudre, et de donner de la magnésie pour résidu en offrant les propriétés d'un phosphate alcalin dans la partie dissoute, qui nous a fait reconnaître ce sel pour du phosphate ammoniaco-magnésien.

E. *De l'oxalate de chaux.*

27. S'il ne fallait qu'énoncer ici le moyen de reconnaître l'oxalate de chaux qui fait partie des calculs, et de le distinguer d'avec tous les autres matériaux qui les constituent, il suffirait presque de rappeler le nom de *pierre mûrale*, que portent les concrétions qui en sont formées, nom que leur figure et leur tissu a fait adopter depuis long-temps. En effet, nous n'avons trouvé ce sel terreux insoluble que dans les calculs ainsi nommés, et cette espèce nous a constamment offert de l'oxalate de chaux uni à une matière animale colorante ; en

sorte que la forme singulière qui les a fait nommer ainsi paraît être essentiellement dépendante de la nature de leur composition. Je puis donc dire que l'oxalate de chaux calculeux est cristallisé ou déposé en couches inégales, comme festonnées, présentant au dehors des mammelons ou des tubercules plus ou moins saillans, quelquefois aigus, quelquefois arrondis, rudes ou polis, analogues aux tubercules des mûres, d'une couleur grise foncée ou brune en dehors, d'un gris sale, souvent veiné de blanc au dedans, d'un tissu dense, fin, susceptible de prendre le poli de l'ivoire, offrant dans sa cassure des espèces d'écailles ou de fragmens conchoïdes, et répandant, quand on le scie, l'odeur fade, animale et spermatique qu'on connaît dans les os et l'ivoire. C'est la plus lourde des matières calculeuses.

28. Les propriétés chimiques de l'oxalate de chaux sont aussi prononcées et faciles à reconnaître que le sont ses caractères physiques. C'est le seul des matériaux des calculs qui donne par la calcination un résidu de chaux formant environ le tiers de son poids. Les acides le dissolvent très-difficilement, et sa dissolution nitrique laisse précipiter ce sel sans altération par l'addition des alcalis. Ceux-ci, quelque caustiques qu'ils soient, n'ont aucune action sur cette matière calculeuse; mais les dissolutions de carbonates alcalins de potasse et de soude la décomposent complétement. Il suffit pour cela de faire chauffer quelques minutes l'oxalate de chaux calculeux en poudre dans ces dissolutions : on a du carbonate de chaux pulvérulent, très-reconnaissable par sa dissolubilité avec effervescence dans l'acide acéteux; et les liqueurs qui le surnagent tiennent un oxalate alcalin qu'on précipite par l'acétite de plomb ou de barite, et dont on décompose le précipité par l'acide sulfurique : celui-ci, en formant un sulfate de barite ou de plomb indissoluble, laisse l'acide oxalique, qu'on peut obtenir en évaporant la liqueur qui recouvre l'un ou l'autre de ces sels. Il ne reste aucune incertitude après ce mode

d'analyse, puisqu'il n'y a aucune matière des calculs urinaires qui se comporte de la même manière avec ce genre de réactif, et puisque l'oxalate de chaux est le seul composé qui présente les propriétés chimiques et les lois de décomposition indiquées ici.

29. Un des caractères de l'oxalate de chaux calculeux consiste dans l'abondance et la nature de la matière animale qui accompagne constamment ce sel déposé dans la vessie. C'est cette matière qui le colore en brun, en marron, en rouge foncé, en gris noirâtre, en couleur de suie; car les calculs mûraux sont susceptibles de ces différentes teintes. C'est à elle aussi qu'est dû le tissu fin, dense et serré dont jouit cette espèce de substance concrète. On l'obtient assez isolée lorsqu'on dissout un fragment de ce calcul dans l'acide nitrique affaibli, en l'y laissant suspendu par un fil; à mesure que l'oxalate de chaux se fond dans l'acide, la matière animale, en conservant la forme et la couleur primitives du fragment et en se gonflant, se ramollit, devient spongieuse, et reste beaucoup plus dense que les flocons membraneux légers que laissent les phosphates terreux traités de la même manière. On reconnaît par là que cette substance animale est plus abondante et plus dense que celle qui existe dans les autres matières calculeuses. Il est évident que la dureté singulière de cette espèce de calcul vient du rapprochement intime des molécules, produit par l'union de l'oxalate de chaux avec ce composé animal, comme on voit la chaux incorporée avec le blanc d'œuf prendre un état très-solide dans les luts chimiques. Quant à la nature de cette matière animale, quoique nous ne l'ayons pas encore analysée en particulier, elle paraît être un mélange de matière albumineuse et d'urée : la première est indiquée par sa concrétion et son peu de dissolubilité dans les acides, la seconde par sa couleur.

F. *De la silice.*

30. Quoiqu'accoutumés depuis plus de dix ans à trouver cette terre dans beaucoup de composés où on ne l'aurait pas soupçonnée autrefois, nous avons été fort étonnés de la rencontrer dans les calculs urinaires humains. Il est vrai que sur plus de six cents, analysés en ce moment avec assez d'exactitude pour bien connaître leur nature et leur composition, il ne s'est présenté que deux calculs seulement où cette terre ait été reconnue. Mais ce fait, qui annonce au moins la possibilité de son existence dans les concrétions urinaires, et la nécessité de la compter au nombre des matériaux calculeux, n'en est pas moins singulier et en quelque sorte extraordinaire. C'est dans ces deux calculs mixtes ou mélangés dans leur centre, qui offraient le tissu feuilleté et les couches festonnées d'une pierre mûrale, mais avec une couleur beaucoup plus claire et fauve, plus ou moins prononcée, que nous avons découvert ce nouveau composant des concrétions urinaires. Calcinés au rouge dans un creuset d'argent, ces calculs n'ont perdu que le tiers de leur poids sans donner de chaux libre; les acides dans lesquels on a fait bouillir leur résidu ne lui ont rien enlevé : ce résidu, chauffé et fondu avec quatre fois son poids d'alcali, traité ensuite par l'acide muriatique, s'est pris en gelée par l'évaporation, et a présenté tous les caractères de la silice.

31. L'examen des différens phénomènes chimiques que ces calculs siliceux rares ont offerts par l'action du feu, de l'eau, des acides et des alcalis, nous a prouvé que la silice, qui en faisait une partie essentielle, y était mêlée avec du phosphate de chaux et une matière animale analogue à celle qui a coutume d'accompagner l'oxalate calcaire. Ils sont d'ailleurs durs; difficiles à scier et à réduire en poudre; leur poussière, rude sous le doigt, raie les surfaces métalliques sur lesquelles

on la frotte. Ils répandent une odeur animale quand on les brûle ; ils ne donnent presque rien à l'eau bouillante. Les acides ne leur enlèvent qu'une petite quantité de phosphate calcaire, qui ne se sépare cependant qu'avec peine de la silice, à laquelle il est intimement adhérent. Les alcalis purs, non plus que les carbonates alcalins, n'ont point d'action sur ces espèces de calculs ; ils n'en dissolvent presque rien, et ne font que leur enlever une très-petite quantité de matière animale. Leur véritable caractère distinctif consiste dans leur fusibilité avec les alcalis fixes caustiques, et dans la vitrification qu'ils éprouvent par ce réactif. L'absence des propriétés qui appartiennent aux autres espèces de matières calculeuses traitées jusqu'ici, ajoutée au caractère indiqué, ne peut laisser aucun doute sur sa nature intime.

G. *De la matière animale.*

32. On a vu précédemment que chacune des six substances qui forment les matériaux divers des calculs urinaires humains, était constamment unie à une matière animale. La preuve de l'existence constante de cette dernière se tire, soit de la propriété de se charbonner, qui appartient à tous les calculs, soit des produits qu'ils fournissent dans la distillation, soit de l'odeur fétide qu'ils répandent quand on les brûle, ou de l'odeur fade qu'ils exhalent pendant leur décoction dans l'eau ; soit enfin des flocons légers, transparens ou spongieux et colorés, ou membraneux et comme cellulaires que laissent les fragmens de calculs quand on les dissout en les suspendant au milieu des acides faibles. Excepté l'acide urique et l'urate ammoniacal, qui, comme composés animaux, se charbonnent et se changent en produits volatils par l'action du feu, les quatre autres matériaux calculeux, les deux phosphates, l'oxalate de chaux et la silice, ne présenteraient ni l'un ni l'autre de ces caractères s'ils n'étaient pas unis à une substance animale

plus compliquée qu'eux dans sa composition. Ainsi, aucun de ces matériaux n'est parfaitement isolé dans les calculs urinaires ; aucun n'est exempt de l'association ou de la combinaison d'une matière animale, que plusieurs auteurs y ont déja admise, et qu'ils ont regardée souvent avec raison comme le canevas primitif de ces concrétions : comme dans les os, cette substance gélatineuse forme la première base d'une sorte de tissu organique, dans les aréoles duquel le phosphate calcaire est déposé.

33. Mais ce qu'il y a de remarquable dans cette association de substance animale avec les divers autres matériaux constituans des calculs urinaires, c'est que chacun d'eux semble être uni à une matière animale différente. Tantôt albumineux, tantôt gélatineux, tantôt mêlé de l'une et de l'autre, quelquefois et même souvent accompagné de la matière particulière à l'urine que j'ai nommée *urée*, ce canevas animal paraît avoir un caractère constant dans chaque espèce de composé calculeux. Ainsi, l'acide urique et l'urate ammoniacal contiennent une sorte d'albumine chargée d'urée : les phosphates terreux recèlent de l'albumine et de la gélatine sous une forme membraneuse ou lamelleuse et cellulaire ; tandis que l'oxalate de chaux cache entre ses couches denses et festonnées un tissu spongieux plus serré, plus abondant, d'une albumine colorée, plus condensée, tandis que la silice enveloppée dans les calculs d'une substance assez analogue à cette dernière imite aussi les calculs muraux, soit par la structure qu'elle affecte, soit par la densité qu'elle contracte dans ces espèces de concrétions.

La matière animale qui existe dans tous les calculs n'est donc pas la même dans leurs espèces différentes ; elle varie suivant les matériaux divers qu'elle accompagne, et l'on dirait qu'il existe une sorte de rapport entre la nature de la concrétion calculeuse et celle du gluten qui en lie les molécules. Elle peut néanmoins être regardée en général comme

un mucilage collant ou glutineux, qui rapproche, réunit et resserre les particules acides ou salines dont la partie concrète des calculs urinaires est principalement formée.

§. IV.

De la classification des calculs urinaires humains.

34. Les anciennes manières de classer les calculs par leur forme, leur volume, leur surface, leur couleur, etc., ne peuvent plus suffire aujourd'hui qu'on a, d'après nos dernières expériences, une connaissance exacte de leur nature intime. On sent bien que c'est d'après la composition de ces corps concrets qu'on doit maintenant les classer et les arranger les uns par rapport aux autres. Cette distinction n'a pas d'ailleurs pour unique but la disposition méthodique des calculs et leurs différences simples d'aspect et de propriétés physiques. Quoique celles-ci soient toujours d'accord avec les caractères chimiques, et que le coup-d'œil puisse seul faire connaître leur nature, il y a de plus l'intérêt urgent de joindre à cette première connaissance celle des dissolvans appropriés à chaque matière calculeuse ou à la réunion de ces matières, qui doit rendre plus précieuse et plus utile une classification fondée sur la composition bien déterminée de ces concrétions.

35. En se rappelant les sept matériaux divers qui constituent les calculs urinaires et la constance avec laquelle chacun d'eux est accompagné d'une substance animale, on reconnaît d'abord qu'il n'est pas un seul de ces calculs qui soit composé d'une matière unique. Mais comme la substance animale existe dans toutes et en fait même presque toujours le gluten, comme d'ailleurs elle n'influe pas assez sur leur différence pour les faire varier sensiblement dans leurs propriétés, je n'aurai point d'égard à sa présence pour classer ces concrétions. En comparant tous les faits que l'analyse exacte de plus de six cents calculs nous a présentés jusqu'ici, je trouve qu'on

peut en distinguer trois genres : le premier, de calculs formés d'une seule substance, outre la matière animale qui en lie les molécules ; le second, toujours sans avoir égard à cette matière, composé de deux substances calculeuses ; et le troisième renfermant plus de deux substances diverses, souvent même quatre. Ces trois genres comprennent ensemble douze espèces que nous avons trouvées jusqu'ici ; ils peuvent néanmoins en comprendre un beaucoup plus grand nombre, car il est évident que les six matériaux calculeux considérés un à un ou dans leur réunion deux à deux, trois à trois, quatre à quatre, donneraient bien plus d'espèces, si l'on supposait existantes toutes ces réunions possibles ; mais il ne doit être question ici que de ce qui a été trouvé jusqu'à présent par l'expérience, et non de ce qui pourra être trouvé par la suite.

36. Des douze espèces de calculs que nos analyses nous ont fait connaître, trois seulement appartiennent au premier genre, c'est-à-dire, à ceux formés d'une seule matière calculeuse ; ce sont :

Pour la première espèce, ceux d'acide urique ;

Pour la seconde, ceux d'urate d'ammoniaque ;

Et pour la troisième, ceux d'oxalate de chaux.

On n'a point encore trouvé isolés le phosphate calcaire, le phosphate ammoniaco-magnésien, ni la silice.

Il y a sept espèces dans le second genre, c'est-à-dire, parmi les calculs formés de deux matériaux calculeux, outre la matière animale qui les rend des mélanges ternaires, comme elle rend les précédentes des mélanges binaires. Voici comment je dispose ces sept espèces, d'après nos analyses :

Quatrième espèce : Acide urique et phosphates terreux en couches bien distinctes ;

Cinquième espèce : Acide urique et phosphates terreux mêlés intimement ;

Sixième espèce : Urate d'ammoniaque et phosphates en couches distinctes ;

Septième espèce : Les deux précédens matériaux mêlés intimement ;

Huitième espèce : Phosphates terreux mêlés ou intimement ou en couches fines ;

Neuvième espèce : Oxalate de chaux et acide urique en couches distinctes ;

Dixième espèce : Oxalate de chaux et phosphates terreux en couches distinctes ;

Enfin, les deux dernières espèces forment le troisième genre ou les calculs contenant trois ou quatre substances calculeuses ; savoir,

Onzième espèce : Acide urique ou urate d'ammoniaque, phosphates terreux et oxalate de chaux ;

Douzième espèce : Acide urique, urate ammoniacal, phosphates terreux et silice.

J'ajouterai à cette énumération quelques lignes sur chaque espèce en particulier.

37. Les calculs d'acide urique ou de la première espèce sont les plus fréquens de tous, très-reconnaissables par leur couleur de bois, ou fauve ou rougeâtre, par leur tissu cassant rayonné, dense, homogène et fin, par leur dissolubilité complète dans les lessives d'alcalis fixes caustiques sans odeur. Ils varient par leur grosseur depuis celle d'un petit pois jusqu'au volume d'un œuf de canne, et même au-delà ; par leur forme arrondie, sphéroïdale, comprimée, ovoïde, alongée ; par leur surface, souvent lisse comme un marbre poli, quelquefois un peu raboteuse ou mamelonée, presque jamais aiguë ou épineuse ; par leur couleur rose, jaunâtre, fauve, rouge claire, brune claire, veinée, unie, tachée de ces diverses nuances, jamais blanche, ni grise ni noire ; par le nombre de leurs couches, quelquefois extrêmement minces, quelquefois très-épaisses ; ils se séparent souvent dans une portion de leur épaisseur en lits à surface polie. Leur pesanteur spécifique va de 1.276 à 1.786 ; le plus souvent elle excède 1.500. Les graviers des reins

sont le plus ordinairement de cette espèce. Sur 600 calculs j'en ai trouvé plus de 150 d'acide urique pur.

38. Les calculs d'urate d'ammoniaque ou de la seconde espèce, bien caractérisés par leur dissolubilité dans les lessives d'alcalis fixes caustiques, comme les précédens, mais avec un dégagement abondant d'ammoniaque, sont ordinairement petits, d'une couleur pâle de café au lait, ou d'un gris tirant sur cette nuance, formés de couches fines qu'on détache facilement les unes des autres, et qui sont lisses par les surfaces qui se touchent, presque toujours contenant un noyau dont on sépare aisément l'enveloppe. Leur forme la plus ordinaire est sphéroïdale, alongée, comprimée, quelquefois amygdaloïde; leur surface est ordinairement lisse, jamais tuberculeuse, quelquefois brillante et cristalline; leur pesanteur spécifique va de 1.225 à 1.720 : l'eau seule les dissout, surtout quand elle est chaude, et quand ils sont divisés et en poussière fine. Les acides, le muriatique sur-tout, leur enlèvent l'ammoniaque, et laissent seul l'acide urique, qui se dissout ensuite dans la potasse sans effervescence : ils se trouvent quelquefois recouverts d'acide urique pur; la couche extérieure de celui-ci est ordinairement peu épaisse, et la plus grande quantité du calcul est de l'urate d'ammoniaque. Sur les 600 calculs examinés, la proportion du nombre d'individus de cette espèce a été une des plus faibles.

39. Les calculs d'oxalate de chaux, ou de la troisième espèce, sont extrêmement reconnaissables et caractérisés, comme je l'ai déja dit plus haut, par leur surface raboteuse, mamelonnée, hérissée, armée de pointes et d'épines, qui les a fait nommer *pierres mûrales* ou *moriformes*; par leur couleur brune de suie en dehors; par leur dureté, leur tissu dense, la teinte grise, le poli d'ivoire de leur intérieur, l'odeur de sperme quand on les scie. Ils diffèrent sur-tout de toutes les autres espèces par la chaux qu'ils laissent après la calcination, par leur difficile dissolubilité dans les acides, leur indissolubilité parfaite dans les

alcalis et leur décomposition qu'on ne peut opérer qu'à l'aide des lessives de carbonates alcalins.

Quoique placés dans le genre de calculs d'une seule matière solide, ils contiennent, comme je l'ai dit ailleurs, une substance animale abondante, et qui conserve long-temps leur forme lorsqu'on dissout l'oxalate de chaux qui les solidifie; ils pèsent entre 1.428 et 1.976. Leur volume varie beaucoup entre celui d'un gravier rénal et la grosseur d'un œuf de dinde, même un peu supérieure. Cependant, les moyens et les petits sont les plus fréquentes variétés de cette espèce; leur forme est en général sphérique ou sphéroïdale: leur surface, toujours inégale, varie singulièrement depuis les pointes qui la hérissent, jusqu'aux mamelons luisans et polis qui la terminent dans quelques-unes. Ils constituent souvent le noyau ou le centre d'autres calculs; mais alors, recouverts d'une autre matière calculeuse, ils appartiennent à d'autres espèces. Leur proportion, sur le nombre de trois cents calculs analysés, s'est trouvée de près du quart ou du cinquième.

40. Les calculs de la quatrième espèce, formés d'acide urique et de phosphates terreux séparés l'un de l'autre, sont extrêmement faciles à distinguer de tous les autres. Leur surface est blanche, comme crétacée, friable ou spathique, et demi-transparente, suivant que le phosphate extérieur ou enveloppant est à base de chaux ou à base ammoniaco-magnésienne, ce qui en constitue deux principales variétés. L'acide urique forme leur noyau; et lorsqu'on les a sciés, on y trouve ces deux genres de matières très-distinctes, l'une au centre et l'autre au dehors. On ne peut les reconnaître qu'après les avoir sciés. Ils sont assez fréquens; nous en avons trouvée environ un douzième sur le nombre de ceux qui ont été examinés jusqu'ici. Ce sont aussi les concrétions urinaires les plus volumineuses de toutes; elles ont depuis la grosseur d'un œuf de poule jusqu'à un volume qui occupe toute la vessie, en la distendant même considérablement. Leur forme est l'ovoïde, le plus

fréquemment; souvent ils sont plus pointusà l'un de leurs bouts qu'à l'autre. Ils ne sont jamais hérissés à leur surface; on y voit souvent des cristaux de phosphate ammoniaco-magnésien; quelquefois l'acide urique central y est recouvert de couches alternatives de phosphate calcaire et de phosphate ammoniaco-magnésien. Leur pesanteur spécifique est très-variable.

41. En rapportant à la cinquième espèce les calculs urinaires composés d'acide urique et de phosphates terreux intimement mêlés, j'observe que c'est dans cette espèce que se trouvent les plus nombreuses variétés, sur-tout par la proportion respective des trois matières qui les constituent; car jamais il ne s'y est rencontré un seul phosphate terreux, mais toujours un mélange de phosphate de chaux et de phosphate ammoniaco-magnésien. Ce n'est pas seulement par la diversité de proportion entre ces trois matériaux et par celle de la matière animale que les variétés de cette espèce doivent être comptées, mais encore d'après leur arrangement respectif. Tantôt en effet les deux matières principales, acide urique et phosphates terreux sont séparés en couches très-minces, légèrement distinctes, mais alternatives depuis la surface jusqu'au centre, jamais assez distinguées et isolées cependant pour être comparables à l'espèce précédente; tantôt les couches de ces matières sont si fines et si exactement mêlées, que l'œil ne peut presque plus en saisir la différence, et que l'analyse de chacune de ces couches est nécessaire pour y montrer l'un et l'autre de ces matériaux. Voilà ce qui fait que les calculs de cette espèce, d'une couleur grise en général, d'un tissu souvent homogène, offrant quelquefois des lits de couleur distincte ou nuancée entre le fauve et le blanc, diffèrent tant par leur teinte, leur grosseur, leur forme, le nombre de leurs couches. Jamais leur couleur n'est prononcée comme la blanche des phosphates purs, la fauve ou rougeâtre de l'acide urique, la brune ou grise foncée de l'oxalate de chaux; elle est souvent veinée, comme marbrée, disposée en onyx; souvent aussi d'un aspect

doux, comme savonneux ou stéatiteux. On en voit où le phosphate ammoniaco-magnésien est déposé en petits grains cristallins sans couches ou sans lits bien distincts ; leur forme est le plus souvent ovoïde ou sphéroïdale irrégulière ; leur extérieur presque toujours friable, blanchâtre, d'apparence crétacée, de manière à faire naître l'idée du phosphate de chaux seul : on ne les reconnaît bien qu'en les sciant. C'est ce mélange qui forme le plus souvent les calculs nombreux et polyèdres, usés par le frottement les uns contre les autres. Cette espèce de calcul est assez fréquente : la totalité de nos analyses nous en a offert environ un quinzième. Leur pesanteur spécifique varie beaucoup : la plus faible était de 1.213, et la plus forte de 1.739.

42. La sixième espèce, formée d'urate d'ammoniaque et de phosphate terreux en couches distinctes et bien séparées, se rapproche beaucoup de la quatrième espèce par l'apparence extérieure : elle offre deux matières, l'une faisant noyau, et le plus fréquemment d'urate ammoniacal ; la seconde enveloppant la première, et formée rarement de phosphate ammoniaco-magnésien seul, le plus souvent des deux phosphates terreux mêlés. Quelquefois l'urate ammoniacal du centre est lui-même mêlé de phosphates ; quelquefois les couches externes de phosphates contiennent un peu de cet urate, qui lui-même est, dans quelques variétés, mélangé d'acide urique pur. On ne le reconnaît d'avec les calculs de la quatrième espèce que par la couleur moins foncée de l'urate ammoniacal, par les couches séparables les unes des autres de ce sel, et sur-tout par l'analyse. Il diffère spécialement de la quatrième espèce par son volume presque toujours plus petit : sa pesanteur spécifique varie entre 1.312 et 1.761. Il est moins fréquent que la plupart des espèces précédentes : sur nos six cents calculs analysés, il ne s'en est pas trouvé une vingtaine.

43. Les mêmes sels, urate ammoniacal et phosphates terreux, mêlés intimement entr'eux et ne formant pas de noyau

et de couches enveloppantes distinctes comme dans l'espèce précédente, constituent la septième espèce, qui se rapproche beaucoup de la cinquième par ses caractères extérieurs. On l'en distingue par une couleur moins jaune en général, par une légéreté un peu plus grande, et sur-tout parce qu'en les traitant par la potasse, qui en dissout l'acide urique, il s'en dégage beaucoup d'ammoniaque. Les calculs de cette septième espèce sont assez rares : à peine en avons-nous trouvé le quarantième parmi ceux que nous avons analysés. En les examinant avec attention, on y reconnaît souvent des couches alternatives d'urate d'ammoniaque, de phosphate de chaux et de phosphate ammoniaco-magnésien, mais si minces et si fines qu'on ne peut les distinguer qu'avec beaucoup d'attention. Ordinairement même, et c'est ce qui caractérise particulièrement cette espèce, les couches d'urate ammoniacal ne sont jamais sans un mélange de phosphate, comme le montre l'analyse, et il est rare que celles de phosphates soient également sans un peu d'urate ammoniacal. Ces calculs ne sont jamais si volumineux que ceux des deux espèces précédentes.

44. La huitième espèce de calcul que je distingue est formée par les deux phosphates terreux mélangés ; savoir, le phosphate de chaux et le phosphate ammoniaco-magnésien. Cette espèce est très-bien caractérisée et très-facile à reconnaître par sa couleur blanche pure, sans aucun mélange de jaune, de fauve, de rouge ou de gris noir. Sa nature friable, son indissolubilité par les alcalis, sa solubilité dans les acides même faibles, la caractérisent aussi avec assurance. Les variétés de cette espèce, qui est assez nombreuse, puisque sur six cents calculs examinés il s'en est trouvé près de quarante individus, se distinguent par leur volume quelquefois énorme, par l'irrégularité de leur forme rarement arrondie, souvent inégale au dehors, par l'apparence d'une concrétion ou incrustation formée rapidement, par un tissu formé de couches blanches opaques, faciles à écraser, blanchissant toutes les étoffes comme une craie, quelquefois mêlées ou

interrompues par d'autres couches plus denses, demi-transparentes, spathiques, ou par de véritables cristaux transparens de phosphate ammoniaco-magnésien. L'analyse, en n'offrant que ces deux sels, montre une grande variété de proportion entr'eux, mais jamais un seul d'entr'eux, comme je l'ai déja dit plus haut. C'est de cette espèce que sont les concrétions, en dépôts ou en incrustations qui se forment constamment sur les corps étrangers introduits par l'urètre dans la vessie. Leur pesanteur spécifique varie de 1.138 à 1.471. Ils forment en général une des espèces les plus légères de calculs urinaires.

45. Je range dans la neuvième espèce les calculs mixtes contenant au centre un noyau mûral d'oxalate calcaire, recouvert d'acide urique plus ou moins abondant et épais. Au dehors ils ne se distinguent point de ceux de la première espèce, parce que toutes deux offrent les mêmes apparences, la même variété de forme, de nuance et de surface. On ne les reconnaît qu'en les sciant et qu'en arrivant ainsi jusqu'à leur centre. La couleur grise foncée ou brune noirâtre, la figure comme étoilée ou rayonnée de leur noyau moriforme, les couches fauves, jaunes ou rougeâtres d'acide urique qui le recouvrent, donnent alors, au premier aspect, une connaissance exacte et sûre de leur nature. On y trouve les mêmes variétés que dans ceux de la première espèce. Leur pesanteur spécifique varie de 1.341 à 1.754 : ces deux extrêmes sont éloignés en raison de la grande variété de proportion des deux matériaux constituans qu'ils contiennent. On reconnaît même ces variétés par la section, d'après l'épaisseur relative des couches. Le plus souvent l'oxalate de chaux y est complétement ou entièrement enveloppé et recouvert d'acide urique qui en occupe le centre : de sorte qu'on ne soupçonne pas la présence de celui-ci en voyant les calculs au dehors. Quelquefois le noyau d'oxalate mûral est excentrique, placé à l'un des foyers de l'ellipse dans les calculs qui ont cette forme ellipsoïde ; de sorte que les tubercules moriformes vont d'un côté jusqu'au dehors de ces calculs, et

y forment des taches ou espèces de boutons saillans qui chagrinent leur surface ou la rendent comme tigrée à cette extrémité. Cette variété est plus rare que celle de la structure précédente : sur six cents calculs, il s'en est présenté une vingtaine de cette espèce, parmi lesquels quatre seulement avaient l'oxalate excentrique.

46. A la dixième espèce appartiennent les calculs composés d'oxalate de chaux et de phosphates terreux, le premier placé au centre et formant le noyau, les seconds enveloppant l'oxalate et se présentant à l'extérieur; de sorte qu'on pourrait les confondre par l'aspect avec les espèces quatre et huit, si on n'examinait pas leur intérieur après les avoir sciés. Une fois ouverte, on ne peut plus confondre cette espèce avec aucune autre : le disque gris ou brun et rayonné, les couches extérieures blanches et comme crayeuses la font reconnaître avec facilité et certitude. Après les calculs d'acide urique pur, ceux de cette espèce se sont présentés presque le plus fréquemment dans nos analyses. Ils forment environ le quinzième des calculs examinés. Leur grosseur et leur forme varient singulièrement; leur couleur est toujours blanche au dehors. Souvent l'oxalate de chaux y est placé excentriquement; rarement cependant il s'étend jusqu'au dehors du calcul. La pesanteur spécifique de ces calculs est également très-variable : j'en ai trouvé pesant depuis 1.168 jusqu'à 1.752.

47. La onzième espèce est formée du mélange de trois ou quatre matériaux calculeux; savoir, d'acide urique seul ou mêlé d'urate d'ammoniaque, d'oxalate de chaux et de phosphates terreux. C'est un des calculs les moins communs, puisque sur six cents nous n'en avons trouvé que huit ou dix. Cette espèce présente souvent trois couches très-distinctes; le centre ou noyau d'oxalate de chaux, la couche intermédiaire d'acide urique ou d'urate ammoniacal, et l'extérieur de phosphates terreux mêlés ordinairement d'acide urique ou d'urate ammoniacal. On ne peut la connaître qu'en la sciant, puisque sa

surface ne montre que des phosphates ; il y a lieu de croire qu'on trouvera des calculs formés de ces trois ou quatre matières, qui seront mêlées plus intimement et non reconnaissables par la diversité et la séparation de leurs couches. On peut distinguer trois principales variétés de cette espèce : celle qui est formée d'oxalate de chaux, d'acide urique et de phosphates ; celle qui contient de l'urate d'ammoniaque mêlé au lieu d'acide urique libre aux deux autres matières, et celle qui avec ces deux matières renferme à la fois et de l'acide urique libre et de l'urate d'ammoniaque mêlés aux phosphates terreux. On pourrait encore distinguer ces calculs à couches distinctes et aux trois ou quatre matières mélangées intimement, ceux où les phosphates purs enveloppent les deux autres matières, et ceux où les phosphates sont eux-mêmes mêlés d'acide urique ou d'urate d'ammoniaque, et même de ces deux derniers corps ensemble. Nous en avons trouvé de toutes ces natures ; mais ces distinctions, qu'on pourrait encore multiplier, sont d'une subtilité trop grande et trop peu importante pour l'art. Il suffit de remarquer que plus les composans sont multipliés, et plus les variétés de leur mélange doivent être nombreuses.

48. Enfin je place dans la douzième et dernière espèce les calculs compliqués dans leur composition, où la silice semble tenir la place de l'oxalate de chaux, dans lesquels elle est mêlée avec de l'acide urique, de l'urate d'ammoniaque, et recouverte de phosphate terreux. J'en fais une espèce particulière à cause de la présence de la silice, matière inattendue, et en quelque sorte étrangère aux concrétions urinaires. Quoique cette singularité semble autoriser la distinction que j'admets ici, je dois cependant observer que ces calculs, en partie siliceux, se rapprochent extrêmement, par leur complication, de l'espèce précédente. C'est l'espèce la plus rare de toutes ; sur six cents calculs nous n'en avons rencontré que deux de cette nature. Elle peut encore contenir de l'oxalate de chaux ; ce qui en fait un calcul contenant tous les matériaux calculeux reconnus jusqu'ici.

§. V.

Des causes et de la formation des calculs urinaires.

49. La recherche des causes qui donnent naissance aux calculs urinaires est le sujet de spéculations le plus utile sans doute que présente l'art de guérir ; mais c'est en même temps un des plus difficiles qui existent. Aussi a-t-on échoué jusqu'ici dans ce genre de recherches. Les livres de médecine sont remplis d'hypothèses et de romans sur la formation des pierres urinaires ; et l'on sent bien qu'avant la connaissance exacte de leur nature il devait être absolument impossible de rien dire de raisonnable sur cet objet. Les médecins les plus éclairés et les plus sages s'étaient contentés d'attribuer leur cause immédiate à la surabondance de la matière terreuse dans les urines des calculeux. Boerhaave, et sur-tout son commentateur Vanswieten, croyaient que l'urine de tous les hommes contenait naturellement les matériaux du calcul, et qu'il suffisait qu'il y eût dans les organes où elle séjournait un noyau qui attirât en quelque sorte ces matériaux et sur lequel ils pussent se déposer, pour donner naissance au calcul des reins et de la vessie.

50. Cela est en effet prouvé par l'expérience trop fréquente de corps étrangers introduits dans ce dernier organe et même dans l'urètre. Mais nous avons observé que dans ces cas le calcul accidentel et en quelque sorte artificiel qui se forme, est presque toujours blanc et composé de phosphates terreux. Toutes les urines contiennent en effet de l'acide urique, et conséquemment ce qui forme l'espèce de calcul la plus fréquente ; cependant les noyaux venant du dehors ne s'en recouvrent presque jamais ; et l'on remarque que les individus chez lesquels se rencontre ce calcul urique, ne l'offrent jamais que formé sur un noyau intérieur, sur un premier gravier descendu

ou tombé du rein. Il faut donc une cause particulière qui donne naissance à cette formation. Sans doute la surabondance d'acide urique qui a lieu dans les sujets calculeux, sa production plus considérable que dans l'état naturel, doivent être reconnues pour la première et la plus sûre de ces causes, surtout quand on considère la rapidité avec laquelle ce calcul croît souvent. Mais cette cause ne suffit pas seule ; et si elle existait isolée on n'y verrait qu'une source de précipitation de l'urine, sans y voir celle de la concrétion et de la disposition en couches solides.

51. Il faut de plus la présence d'une matière coagulante, qu'on avait reconnue autrefois comme lapidifique, et qui se trouvant abondamment dissoute dans l'urine, soit en même temps extrêmement disposée à s'en séparer, à s'en précipiter, en entraînant et en collant les unes aux autres les molécules solidifiables et souvent cristallines qui se séparent en même temps. C'est sans doute cette matière animale que l'on trouve dans tous les calculs, quelle qu'en soit la nature; car elle existe constamment avec l'un ou l'autre des matériaux calculeux, puisque nous l'avons trouvée dans tous ces matériaux. C'est elle qui forme le lien ou le canevas des calculs, comme la gélatine membraneuse forme l'organe primitif des os. Cela est si vrai que l'urine des calculeux est ordinairement épaisse, filante, muqueuse et comme chargée de glaires, et que lorsqu'elle ne présente pas ce caractère au sortir de la vessie, elle le prend promptement, soit au moment même que l'ammoniaque s'y forme, soit par l'addition des alcalis qui séparent cette substance animale de l'acide qui paraît la tenir en dissolution.

52. Il semble d'ailleurs que dans tous les cas où l'acide urique est très-abondant, l'urine contienne en même temps une grande quantité de la matière animale, qui hâte sa précipitation, qui l'attire dans sa séparation et qui en aglutine étroitement les molécules. Il suit de là que tout ce qui est sus-

ceptible d'augmenter la proportion de cette espèce de gluten muqueux dans l'urine, peut être regardé comme cause éloignée de la formation du calcul urinaire : et c'est ainsi que toutes les anciennes idées des médecins sur le tempérament pituiteux, sur l'abondance des glaires, qu'ils regardaient comme une disposition à la naissance des calculs de la vessie, sur le canevas ou le gluten des pierres ou concrétions animales, se rattachent avec exactitude aux nouvelles notions que l'analyse des calculs urinaires donne aujourd'hui sur la nature de ces concrétions. Quoiqu'il y ait une différence réelle entre les matières animales contenues dans les calculs urinaires de composition diverse, il est néanmoins certain que chacune des substances calculeuses contenant un gluten animal auquel elle doit son état concret et solide, on ne peut se dispenser de regarder comme cause première et principale de la formation des calculs cette surabondance de matière animale agglutinante.

53. Parmi les causes qui influent sur la formation des calculs urinaires, la plus remarquable peut-être et la plus difficile à trouver, est sans contredit celle qui est relative à la diversité de leur nature, et à la différence des couches successives qui les constituent. Je ne sais absolument rien encore sur la production des calculs d'oxalate de chaux, peut-être un peu plus familiers aux enfans qu'aux adultes : on dirait que cette espèce dépend de la disposition à l'acidité spontanée, que Boerhaave avait regardée comme la source commune du plus grand nombre des maladies qui affectent cet âge. Les idées de Bonhomme, médecin d'Avignon, sur l'acide oxalique, comme cause du ramollissement des os dans le rachitis ; le fait observé par le citoyen Brugnatelli sur une salive chargée de cet acide, l'oxalate de chaux que le citoyen Turguais m'a dit avoir trouvé dans l'urine d'un enfant attaqué de vers et affaibli par cette maladie, semblent autoriser cette opinion. La rareté de cette circonstance de la formation spontanée

d'acide oxalique dans nos corps, le peu de volume de la plupart de ces calculs d'oxalate de chaux, s'accordent encore avec ces premières idées. On dirait que l'urine, plus chargée de matière animale, coagulable par la présence même de cet acide étranger et morbifique, dépose promptement cette matière avec l'oxalate terreux, à mesure que l'acide oxalique formé ou porté dans les voies urinaires et y décomposant le phosphate calcaire, devient lui-même un composé insoluble, et cesse, par son union avec la chaux, de pouvoir tenir la matière animale en dissolution.

54. Il n'est pas difficile de concevoir comment après la formation première d'un calcul d'oxalate de chaux dont la disposition cesse, il se dépose au-dessus de lui de l'acide urique qui forme les calculs mixtes de la neuvième espèce. De même lorsque cet acide est moins abondant, on conçoit encore comment des phosphates terreux si disposés à se précipiter de l'urine se déposent au-dessus du noyau mûral. Si l'urine est très-altérable, et si elle devient promptement ammoniacale, on voit pourquoi le dépôt externe sera dans ce cas du phosphate ammoniaco-magnésien, même en cristaux lamelleux, spathiques, demi-transparens. La grande abondance des phosphates terreux, et le peu d'acide urique en même temps, donneront naissance aux calculs de phosphates mêlés. La formation d'urate d'ammoniaque ne serait pas plus embarassante dans le cas où l'urine serait très-susceptible de la production de l'ammoniaque. Mais quels sont les rapports qui existent entre l'état du corps humain et ces diverses dispositions de l'urine à déposer, tantôt des phosphates mêlés sur l'oxalate de chaux, tantôt ces mêmes sels sur l'acide urique, tantôt le phosphate ammoniaco-magnésien seul ou presque seul, ou à faire précipiter avec ces sels de l'acide urique ou de l'urate d'ammoniaque qui s'y mêlent plus ou moins intimement? Qui dira sur-tout pourquoi la silice trouvée dans deux calculs urinaires seulement, sur six cents calculs examinés, ne se

rencontre pas plus souvent dans ces concrétions, dès que ces deux faits prouvent qu'elle peut s'y trouver ?

55. Si je voulais faire le même raisonnement sur chacune des douze espèces de calculs que j'ai distinguées, il serait encore plus embarrassant de déterminer les causes qui font déposer presqu'à la fois ou en couches très-serrées les unes contre les autres et très-variées, l'acide urique, l'urate d'ammoniaque, l'oxalate de chaux et les phosphates terreux, qui paraissent, dans la onzième espèce sur-tout, être intimement mêlés, et conséquemment se séparer tous ensemble de l'urine pour former ces concrétions compliquées qui réunissent en elles tous les matériaux calculeux. Il me suffit d'avoir fait sentir combien il y a d'observations à faire, de recherches à tenter, d'attention fine et soutenue à porter dans cette partie de l'art, devenue si neuve depuis nos analyses des calculs. L'examen chimique et l'analyse exacte de l'urine des calculeux dans divers âges, dans diverses circonstances, peuvent seuls satisfaire à toutes ces belles questions ; et déja ce genre de travail nous a offert quelques résultats heureux, comme je vais l'annoncer en traitant des lithontriptiques ou des moyens de dissoudre les calculs dans la vessie.

§. VI.

Des dissolvans des calculs urinaires.

56. Tout ce qu'on a dit et proposé sur la dissolution des calculs dans la vessie humaine ou dans les voies urinaires de l'homme, a dû être inexact, avant que leur analyse eût éclairé sur leur nature et leurs différences. Si le hazard a fait quelquefois rencontrer juste pour quelques espèces de calculs, comme dans l'emploi des remèdes de mademoiselle Stephens, de l'eau de chaux proposée par M. Wyth, de la lessive d'alcali caustique indiquée par Hartley, etc., on conçoit que de pareils

dissolvans ne pouvaient avoir aucun succès dans les calculs de phosphates terreux et d'oxalate de chaux, et qu'ils n'ont dû réussir que lorsqu'ils étaient employés dans le cas de calculs formés d'acide urique ou d'urate ammoniacal. Il serait aussi superflu qu'ennuyeux de parcourir ici la longue chaîne d'erreurs, de préjugés, d'hypothèses, de remèdes plus ou moins ridicules, que les fastes de l'art contiennent sur les lithontriptiques, depuis les antiques écoles de la Grèce jusqu'à nos jours. On y trouverait presque toutes les substances naturelles, sur-tout quelques eaux minérales, et les sucs des plantes, les sèves, les décoctions, les végétaux les plus inertes, vantés successivement comme des dissolvans de la pierre. On y confirmerait la triste preuve, acquise depuis si long-temps, que l'esprit humain est forcé de parcourir toutes les routes de l'erreur avant de rencontrer le sentier étroit de la vérité. On y serait sur-tout étonné de voir avec quelle confiance extraordinaire on a cru parvenir à ce résultat par des corps introduits dans l'estomac, sans être effrayé de la prodigieuse quantité de substances, même supposées actives, qu'on serait obligé de faire passer ainsi par les voies de la circulation, avant qu'elles arrivassent avec une petite portion de leur activité dans les organes urinaires.

57. Aujourd'hui l'on ne compte plus sur tous ces lithontriptiques si vantés, ni sur leur vertu conservée malgré leur passage par les viscères de la digestion. Il est enfin reconnu que s'il y a quelques espérances de dissoudre les calculs de la vessie, ce n'est qu'en introduisant par l'urètre des dissolvans appropriés dans la vessie même qu'on pourra parvenir à les confirmer, et que c'est ainsi que les remèdes de Stephens, de Wyth, de Hartley, de Guthrie, etc. ont eu quelques succès. Les essais qu'on pourra tenter ne comporteront plus d'ailleurs les dangers dont on a pu les croire accompagnés, tant qu'on ne proportionnait pas la force des dissolvans à la sensibilité des parois vésicales. On sait que toute autre voie

que celle-là, outre les longueurs presque interminables qu'elle entraîne, expose de plus à faire porter et user l'énergie des dissolvans sur tous les organes qu'ils doivent parcourir avant de rencontrer la pierre, et conséquemment à agir sur ces organes eux-mêmes sans remplir le but desiré dans la vessie. On ne marchera plus d'ailleurs en aveugle dans le choix des dissolvans des calculs, depuis qu'on en connaît avec précision la nature chimique et les différences spécifiques.

58. Trois ou quatre matières au plus suffisent, d'après l'état actuel de nos connaissances, pour dissoudre toutes les espèces différentes de calculs ou de couches calculeuses.

La lessive de potasse ou de soude pure, étendue d'eau jusqu'au point de pouvoir être facilement supportée dans la bouche, et même d'être avalée, ramollit, fond et dissout en quelques jours l'acide urique natif ou les petits calculs, ou les fragmens des gros qu'on y tient plongés ou suspendus à des fils. On les voit diminuer de volume, tenir lâche le nœud du fil, le quitter même quelquefois en blanchissant à leur surface. La lessive alcaline agit de même sur l'urate d'ammoniaque.

L'acide nitrique ou l'acide muriatique assez affaiblis pour imiter une simple limonade et pour n'être guères plus âcres que l'urine elle-même, ramollissent et dissolvent beaucoup plus vîte encore les phosphates calcaire et ammoniaco-magnésien. Ces matières natives, en fragmens ou en couches de calculs, suspendues à l'aide d'un crin ou d'un fil dans les liqueurs acides indiquées, se fondent, deviennent plus légères, surnagent, et ne laissent bientôt à leur place que quelques flocons transparens, semblables aux lamelles de tissu muqueux, qui viennent nager à la surface de la liqueur. On montre la présence de l'acide urique, dissous dans la lessive de potasse, par l'addition d'un acide faible et même du vinaigre qui le précipite en poudre blanche, et celle des phosphates dans les acides par l'ammoniaque qui les sépare.

Quant aux calculs d'oxalate calcaire ou aux calculs mû-

raux, ce sont les plus difficiles à dissoudre par des réactifs faibles. Ils se ramollissent cependant et se fondent même presque tout entiers, si l'on en excepte une matière animale spongieuse et brunâtre, dans l'acide nitrique étendu d'eau; mais ils exigent beaucoup plus de temps pour leur dissolution que les précédens. On réussit encore à les dissoudre dans une lessive de carbonate de potasse ou de soude, qui décompose l'oxalate calcaire par attractions doubles nécessaires; il se dépose du carbonate de chaux au fond de la liqueur, qui retient en dissolution de l'oxalate de potasse ou de soude.

59. L'un ou l'autre des réactifs liquides indiqués, injectés dans la vessie d'un calculeux, doivent donc agir sur le calcul urinaire, et en opérer la dissolution, si rien ne s'oppose à son effet. Il se présente néanmoins dans cette injection des lithontriptiques ou dissolvans des calculs dans la vessie, trois genres de difficultés qu'il est nécessaire de connaître et d'apprécier pour tâcher d'y remédier. La première, c'est de déterminer la nature du calcul existant dans la vessie. La variété de ces concrétions, celle même des différentes couches qui les forment si souvent, semblent mettre un obstacle au succès de ces dissolvans, dont on ne peut conseiller l'emploi et diriger le choix qu'après avoir reconnu la substance calculeuse sur laquelle on veut les faire agir. La seconde consiste dans la nécessité où l'on est de rendre l'action du dissolvant nulle sur la vessie, et de la porter uniquement sur le calcul; la troisième est relative au mélange du réactif avec l'urine, qui peut en modifier, en annuller même les effets, ou les accompagner de quelques inconvéniens nuisibles à son action sur le calcul. Abordons chacune de ces difficultés, et prouvons qu'elles n'opposent point un obstacle insurmontable à la dissolution des calculs urinaires dans la vessie d'un homme.

60. On n'a que peu de moyens de reconnaître à l'extérieur la nature d'un calcul contenu dans la vessie. Le cathétérisme annonce bien à peu près son volume, sa dureté, sa surface

unie ou raboteuse et hérissée, mais il ne dit rien sur sa composition. Aucun symptôme jusqu'ici ne fournit la plus légère notion sur cet objet : et en effet dans la médecine externe ou opératoire, on n'a eu encore aucun égard aux différens matériaux composans des calculs ; jamais encore l'idée de la recherche des lithontriptiques n'a été fondée, comme elle aurait dû l'être, sur la diversité de nature de ces concrétions. Dans ce silence absolu de l'art sur cet objet, nous avons pensé que l'examen de l'urine des calculeux pourrait nous fournir quelques lumières sur l'espèce de leurs calculs, et nous avons fondé nos soupçons sur ce que cette urine devait contenir de moins la substance qui s'ajoutait sans cesse à l'extérieur des concrétions vésicales. Déjà l'examen de l'urine de deux calculeux nous a offert ou une diminution très-sensible, ou une absence presque totale de l'acide urique ordinairement contenu dans l'urine saine ; et nous en avons conclu que leurs calculs étaient formés de cet acide. Chez l'un d'eux, mort de vieillesse, de misère et d'épuisement, l'ouverture du corps nous a montré en effet un calcul d'acide urique. Mais ce point est encore si nouveau, que des recherches ultérieures sont nécessaires pour confirmer ou infirmer ce soupçon.

61. Les graviers rendus avant ou depuis les symptômes de la présence du calcul dans la vessie peuvent encore donner une notion de la nature de ce calcul. On peut s'aider aussi de ceux que les pères, les enfans, ou les frères offrent dans des familles de calculeux, soit qu'ils aient été évacués naturellement, soit qu'ils aient été extraits par l'opération. Car il est permis de croire que la disposition héréditaire à cette maladie est due à une cause unique dans ces sortes de familles, et par conséquent que la matière calculeuse y est commune ou de la même nature. Il faut observer ici que de tous les matériaux calculeux l'acide urique et l'urate ammoniacal étant les plus fréquens, et se trouvant, à ce qu'il paraît, être au moins dans la proportion d'un tiers sur l'ensemble de ces concrétions, tandis

que les deux autres tiers sont composés de l'ensemble des trois autres matières calculeuses, les deux phosphates terreux et l'oxalate de chaux (car il ne faut presque pas compter la silice, si rare parmi ces matériaux); on voit qu'il y a le plus souvent lieu à choisir la lessive de potasse pour dissolvant. D'ailleurs l'usage de cette lessive en injection ne peut pas laisser une longue incertitude sur son effet, et par conséquent sur la nature du calcul. La diminution des symptômes qu'il produit, celle du volume que la sonde fait reconnaître bientôt assurent le choix du dissolvant qu'on a fait. Dans le cas contraire on a recours aux acides.

62. Il est encore un moyen de reconnaître la nature du calcul contenu dans la vessie, et de déterminer le dissolvant à injecter. C'est celui d'examiner ce dissolvant après les premières injections, et après son séjour de quelques quarts d'heure dans la vessie. En commençant par employer la lessive de potasse très-faible, et qu'on s'est néanmoins assuré pouvoir dissoudre le calcul urique en en suspendant un dans cette lessive renouvelée hors du corps, on la recueillera une demi-heure ou trois quarts d'heure après qu'elle sera restée dans la vessie; on la laissera déposer quelques flocons qu'elle contient ordinairement, et dont je parlerai tout à l'heure, ou bien on la filtrera à travers un papier non collé; on y versera un peu d'acide muriatique. Si cette lessive a rencontré un calcul d'acide urique, et si elle a commencé à le dissoudre, l'addition de l'acide y produira un précipité blanc sensible. Cet essai poursuivi plusieurs jours de suite, et à chacune des injections, doit faire connaître positivement la nature acide du calcul, et l'on conçoit même que si on le poursuit constamment sur toutes les portions de lessive alcaline injectées dans la vessie, on pourra déterminer la quantité de cet acide enlevé chaque jour au calcul, et aller jusqu'au moment heureux où le malade, débarrassé d'ailleurs des symptômes fâcheux dus à la présence de ce corps, et où la sonde

n'annonçant plus cette présence, la liqueur injectée doit cesser d'indiquer l'acide urique, et annoncer avec certitude la dissolution complète du calcul vésical.

63. Il est aisé de concevoir que si la lessive alcaline ne donne, au sortir de la vessie, aucune trace d'acide urique ; si par son action continuée pendant quelques jours elle persiste à n'en point offrir ; si les symptômes restent opiniâtrément avec toute leur intensité : on a lieu de croire que le calcul n'est pas formé par cet acide, et on est autorisé à tourner ses vues vers l'injection de l'acide muriatique affaibli. Celui-ci agissant très-vîte sur les phosphates, offrira bientôt, si telle est la nature du calcul ou de ses couches extérieures, les preuves de son action. Essayé, au sortir de la vessie, avec quelques gouttes d'ammoniaque ou de potasse, il donnera un précipité blanc de phosphate de chaux, abandonné par l'acide à mesure que l'alcali ajouté le saturera. Le soulagement produit par la prompte diminution du calcul suivra de près dans ce cas l'action de l'acide injecté ; car nos expériences nous apprennent que, de toutes les matières calculeuses, les phosphates terreux sont les plus promptement dissolubles dans l'acide muriatique. Si deux matières alternativement placées composent le calcul, notamment les phosphates terreux au dehors, et l'acide urique au centre, ce qui arrive assez fréquemment, l'acide injecté deviendra nul dans son action au bout de quelque temps ; ce dont on s'apercevra par l'examen de cette liqueur sortie de la vessie, et par sa non précipitation à l'aide de l'ammoniaque ; il faudra dès-lors avoir recours à la lessive alcaline pour achever de dissoudre le noyau acide du calcul.

64. La connaissance des calculs mûraux d'oxalate calcaire renfermés dans la vessie est encore plus difficile que celle des précédens ; l'urine n'est pas susceptible d'en montrer d'autres indices que sa nature trouble au moment de sa sortie, et l'analyse qui doit faire trouver l'oxalate dans son précipité. Mais aucune urine pareille n'a encore été rencontrée ou au moins

analysée dans les calculeux. Sans nier que cela puisse exister, sur-tout dans les urines de certains calculeux, qui sortent blanches et troubles de leur vessie, on ne pourra confirmer cette notion que par un examen soutenu assez long-temps de ces liquides excrémentitiels chez des hommes attaqués de calculs. Un pareil examen ne peut être fait avec les soins et la série d'expériences qu'il exige, que dans une maison consacrée à ce genre de recherches. Ce sera ainsi qu'on pourra reconnaître si la présence d'un calcul oxali-calcaire est susceptible d'être déterminée dans la vessie d'un calculeux par l'analyse de ses urines, et si l'acide nitrique et le carbonate de potasse injectés dans cet organe seront capables d'en opérer la dissolution, comme nous avons vu agir ces dissolvans hors du corps sur des calculs mûraux et oxaliques que nous y avons suspendus. De pareilles recherches intéressent trop l'humanité pour ne pas espérer qu'elles seront tôt ou tard favorisées par la puissance publique, et qu'un établissement national y sera quelque jour consacré.

65. On a craint, non sans apparence de raison, que des liqueurs capables d'agir sur les calculs urinaires si denses, et dont la dissolution a été regardée depuis si long-temps comme impossible, ne portassent auparavant leur énergie sur les parois de la vessie, et ne la désorganisassent ou ne la détruisissent au lieu de fondre les concrétions que ce viscère membraneux et musculaire renfermait. Un pareil malheur, qu'on assure avoir eu lieu dans quelques essais imprudens où l'on a employé des lessives alcalines ou des acides trop concentrés, n'est cependant pas difficile à éviter : et voici ce que nous avons fait pour cela. Les dissolutions de potasse ou les liqueurs acides ont été tellement étendues d'eau, tellement affaiblies, que non seulement elles n'avaient plus qu'une saveur légère et très-facilement supportable dans la bouche, mais encore qu'elles n'avaient pas une âcreté plus sensible que celle qui caractérise l'urine, afin que les parois délicates

de la vessie, n'eussent rien à redouter de leur propriété active. Aussi ai-je déja vu cinq personnes user des injections alcalines sans qu'elles en aient éprouvé de douleur, de fatigue, de sentiment étranger même qui ait pu ni les avertir de la présence d'une matière différente de l'urine dans ce viscère, ni donner lieu à la moindre crainte sur le séjour que ce dissolvant y avait fait. J'ai observé que l'injection acidule muriatique, quoique faible comme une limonade, était toujours plus sensible à la vessie que celle de l'alcali, et qu'elle y excitait un besoin d'uriner, et une irritation, une excitation au serrement et au spasme, qui ne permettaient pas de l'y laisser séjourner aussi long-temps. Heureusement que cet acide, réduit même à une extrême faiblesse, dissout facilement les phosphates calculeux, et qu'il n'est pas nécessaire qu'il reste aussi long-temps dans la vessie que l'alcali, dont l'action sur l'acide urique est plus lente et plus difficile.

66. Une troisième considération sur les dissolvans des calculs a pour objet l'influence que ces dissolvans exercent sur l'urine et celles qu'ils peuvent recevoir de ce liquide. Dans des discussions anciennes, semblables à celle-ci, on a présumé, ou que l'urine s'opposait à la qualité dissolvante et lithontriptique, ou même qu'elle en était précipitée au point de devenir plus calculeuse, de faire craindre plutôt l'augmentation que la diminution des calculs, ou au moins de faire regarder faussement le précipité qu'ils y occasionnaient comme la matière enlevée aux calculs même. En effet l'alcali doit trouver dans l'urine de l'acide phosphorique et de l'acide urique libres, qui l'absorbent et le saturent plutôt que de le laisser agir sur le calcul : ainsi l'urine doit être un obstacle à sa qualité dissolvante. Mais il y a deux moyens de remédier à cet effet fâcheux pour le succès des lithontriptiques : l'un est de n'injecter la lessive alcaline qu'après avoir évacué toute l'urine contenue dans la vessie, et après l'avoir lavée avec de l'eau tiède. Alors cette lessive ne pourra être affaiblie que par l'urine qui arri-

vera par les uretères, et l'on diminuera cet effet par le second moyen, qui pourra même le faire cesser tout-à-fait, et qui consiste à donner en boisson aux calculeux de la potasse caustique extrêmement adoucie. Des expériences faites à Dijon et à Paris ont déja prouvé qu'après plusieurs jours de l'usage intérieur de l'alcali pur, l'urine cesse d'être acide, devient alcaline, et prend ainsi un caractère analogue à celui de l'injection, de manière à ne plus contrarier son effet. On a même espéré de lui donner par là assez d'alcalinité pour la rendre dissolvant du calcul et en obtenir ainsi la fonte : quoiqu'il soit bien difficile de concevoir un succès complet par cette voie au moins sur des calculs un peu volumineux, je ne puis au moins refuser ma confiance à ce moyen, soit pour fondre les graviers des reins, guérir la gravelle, empêcher l'augmentation des calculs d'acide urique, et donner à l'urine un caractère favorable à l'action du dissolvant alcalin injecté dans la vessie.

67. La lessive alcaline, injectée dans la vessie, quand elle y rencontre de l'urine, y produit encore un autre effet qui gêne son administration. Lorsque cette liqueur est acide, à mesure que la lessive la sature, elle en sépare une matière gélatineuse que l'acide phosphorique y rendait dissoluble, et qui se précipite en flocons muqueux. Ces flocons, que j'ai observés constamment dans les cinq sujets traités par ce procédé, sont quelquefois en filamens visqueux, semblables à ce qu'on nomme des glaires ; ou bien ils forment de petits corps épais, qui se rassemblent autour des yeux de la sonde, et qui ralentissent singulièrement le cours de l'urine : en sorte qu'on est obligé d'agiter cet instrument et d'y porter un stylet pour en retirer ce léger obstacle et rendre plus libre l'écoulement de l'urine.

L'acide muriatique très-faible, injecté dans la vessie, n'a pas cet inconvénient ; il donne au contraire à l'urine des calculeux plus de transparence et de limpidité qu'elle n'en a

naturellement ; il empêche même la précipitation des glaires qu'on y voit si souvent, et qui accompagnent sur-tout l'urine ammoniacale, comme elle l'est quelquefois chez ces malades, et il s'oppose, par cela même, à la formation et à la concrétion du phosphate ammoniaco-magnésien, pour la dissolution duquel il est spécialement employé.

68. Les liqueurs alcaline ou acide, destinées à servir de dissolvans des calculs de diverse nature, doivent être injectées chaudes à vingt-cinq degrés environ dans la vessie. Une sonde de gomme élastique et une seringue d'étain sont le seul appareil nécessaire à cette opération. Comme les injections multipliées d'abord trois ou quatre fois par jour, ensuite six à huit fois, et séjournant chacune depuis un quart d'heure jusqu'à une heure au moins dans la vessie, doivent être long-temps continuées et exiger conséquemment un espace de plusieurs mois pour fondre et dissoudre les calculs, il est nécessaire que les calculeux gardent la sonde et s'habituent sur-tout à s'injecter eux-mêmes. Ils éviteront ainsi le tourment répété que cause l'introduction de la sonde, sur-tout dans un organe irrité par la présence d'un corps étranger, et beaucoup plus sensible qu'il ne l'est dans l'état naturel. Ils se familiariseront bientôt avec un procédé qui n'a rien de difficile ni de douloureux quand on l'exécute sur soi-même. Après chaque injection, il est prudent de passer de l'eau pure et tiède dans la vessie. Tout homme qui réfléchit peut aisément concevoir qu'un calcul dont la formation n'a lieu qu'en quelques années, et quelquefois même en beaucoup d'années, ne peut être dissous ou fondu que par des injections long-temps continuées ; que l'espoir d'éviter une opération si terrible par ses douleurs et ses dangers doit donner la patience nécessaire pour supporter la durée d'un pareil traitement, et qu'on n'obtiendra des succès que par une persévérance dont malheureusement la plupart des malades ne donnent que des exemples très-rares.

§. VII.

Des concrétions urinaires dans les animaux.

69. Il y a long-temps que les médecins et les naturalistes ont observé que les animaux étaient presque tous sujets comme l'homme aux concrétions urinaires, et aux calculs de la vessie. On nommait ces concrétions *bézoards*; on les employait en médecine, on leur attribuait des propriétés presque merveilleuses, même dans les maladies pestilentielles, et l'on préférait sur-tout les calculs provenant des animaux sauvages, ceux de quelques espèces d'antilopes, du porc-épic, etc. Ils étaient distingués par le nom de bézoards orientaux, parce qu'ils venaient d'animaux de l'Inde. On appelait occidentaux les bézoards d'animaux d'Amérique ou d'Europe. Enfin le cas qu'on en faisait était tel, que l'art avait cherché à les imiter par les mélanges d'aromates et de quelques terres. Ces bézoards factices étaient souvent dorés avec soin à leur extérieur, parce qu'on avait remarqué que les plus estimés, parmi les orientaux naturels, avaient une couleur bronzée à leur surface.

70. Il y a beaucoup de variétés dans les formes, les grosseurs, les couleurs et le tissu même des calculs urinaires des animaux. La plupart de ceux des animaux domestiques, et spécialement du cheval et du cochon qui y sont très-sujets, sont blancs et souvent friables. On les trouve quelquefois durs et presque spathiques. Il en est, sur-tout parmi les bézoards orientaux, de bruns, de verts foncés, de gris noirâtres : la plupart sont lisses et polis comme du marbre. Leur forme est le plus ordinairement sphéroïdale ou ovoïde; quelques-uns sont cylindriques et arrondis à leurs extrémités. Ils n'ont que bien rarement des inégalités extérieures; le plus souvent ils sont extrêmement unis et même brillans à

leur surface. A la vérité, les concrétions qu'on conserve dans les pharmacies et dans les collections de matière médicale, sous le nom de bézoards occidentaux, sont plus communément des calculs stomachaux ou intestinaux que des calculs urinaires ; j'en ai examiné une soixantaine de gris, de verdâtres et de jaunâtres, et j'ai trouvé dans presque tous des couches faciles à détacher les unes des autres, en raison de leurs surfaces polies, formées par des filets ou lames cristallines comme des stalactites, ayant à leur centre des morceaux de bois, des écorces broyées, des feuilles ou de petites branches hachées, sur lesquelles les couches s'étaient déposées.

71. L'observation que je viens de citer prouve qu'en prenant les bézoards communs et pharmaceutiques pour sujets d'analyse, on examine le plus souvent des calculs intestinaux, et que presque aucun n'est urinaire ou vésical. Je n'ai eu que trois occasions bien constatées d'examiner cette dernière espèce de calcul ; savoir, ceux du cheval, ceux du cochon et ceux du bœuf. Les premiers m'ont été donnés par des artistes vétérinaires qui les avaient retirés eux-mêmes, soit des reins, soit de la vesssie de chevaux morts de maladie. Il ne faut pas confondre avec ceux-ci les concrétions quelquefois très-volumineuses, que les naturalistes nomment hippolithes, et qui se forment dans les intestins du cheval : ceux-ci sont composés de phosphate ammoniaco-magnésien et de phosphate calcaire ; tandis que ceux des reins et de la vessie de cet animal sont composés de carbonate de chaux, et dissolubles avec effervescence dans les acides les plus faibles : aussi ai-je annoncé, il y a deux ans, que les lithontriptiques destinés aux chevaux étaient trouvés, et qu'il suffisait de leur injecter du vinaigre affaibli dans la vessie.

72. Le cochon paraît être, de tous les animaux domestiques, celui qui est le plus fréquemment exposé aux calcus vésicaux ; au moins m'est-il permis d'en juger ainsi, d'après ce qui m'est arrivé à la suite de la demande que j'ai adressée aux natu-

ralistes et aux médecins pour me procurer une quantité de calculs divers suffisante aux recherches que nous avons entreprises sur cet objet, le citoyen Vauquelin et moi. Parmi les concrétions des animaux qui m'ont été envoyées, j'ai reçu, de cinq à six endroits seulement, des calculs trouvés dans les vessies de cochon. Ils sont blancs, presque friables, et composés de carbonate de chaux et de matière animale.

Peut-être pourrait-on regarder les rats comme les plus sujets aux calculs urinaires, en se rappelant que Morand, chirurgien en chef de l'hôtel des Invalides à Paris, maison infestée d'une grande quantité de ces animaux, n'a presque pas ouvert et disséqué un rat sans trouver des graviers plus ou moins nombreux dans les bassinets de ses reins. On trouve souvent aussi de pareils graviers rénaux dans les lapins domestiques. Quoique je n'aie pas eu l'occasion d'analyser ces concrétions des rats et des lapins, je pense qu'elles sont formées de carbonate de chaux, comme celles du cheval, puisque l'urine de lapin a offert au citoyen Vauquelin, qui l'a examinée, le même dépôt calcaire que celle du cheval, du bœuf, du chameau, du cochon d'Inde, tandis qu'il n'y a pas trouvé de phosphate.

73. Il arrive souvent aux marchands de couleurs, qui achètent des bouchers les vessies urinaires des bœufs pour y renfermer les couleurs broyées et délayées à l'huile qu'ils vendent aux peintres, de trouver dans ces vessies, en les ouvrant et en les nettoyant, des concrétions nombreuses, la plupart grosses comme des pois, quelques-unes plus volumineuses et imitant les œufs des petits oiseaux, de forme irrégulièrement arrondie, lisses et polies, grises, jaunâtres ou verdâtres, souvent comme argentées ou dorées à leur surface. On a cité quelquefois ces derniers calculs dorés du bœuf ou de quelques autres animaux, comme des objets rares et frappans par leur singularité; mais l'expérience prouve qu'ils sont beaucoup plus communs qu'on ne l'avait cru. J'en ai reçu plusieurs de cette dernière espèce, qui me prouvent qu'ils ne sont pas si rares

qu'on le pensait autrefois. Ces calculs du bœuf m'ont présenté dans leur analyse du carbonate de chaux mêlé d'une substance animale gélatineuse.

74. Les bézoards occidentaux ou les calculs intestinaux de plusieurs animaux, et sur-tout des moutons, des chèvres, des chevaux, sont au contraire formés ou de phosphate ammoniaco-magnésien, ou de phosphate calcaire. Souvent même ce dernier sel s'est trouvé à l'état acidule dans les analyses que j'en ai faites. Ainsi il existe une différence essentielle entre les calculs intestinaux et les calculs urinaires des animaux, et cette différence s'accorde avec celle qui existe aussi entre l'urine de ces animaux et l'urine humaine. Comme la première contient du carbonate de chaux au lieu de phosphates terreux contenus dans la seconde, le dépôt qu'elle forme dans ses canaux n'est que le premier de ces sels, tandis que dans la vessie humaine il est souvent composé de phosphates. Mais les animaux sont beaucoup plus que l'homme sujets aux concrétions de l'estomac et des intestins, et ces concrétions sont constamment dues à des dépôts et à des cristallisations de phosphates terreux; ce qui tient à ce que ces sels sont plus abondamment répandus et comme cantonnés dans les organes de la digestion chez ces êtres, tandis que chez l'homme ils se portent vers les voies urinaires, qui en sont l'émonctoire naturel.

75. Une différence plus singulière encore se rencontre entre les concrétions urinaires des animaux et celles de l'homme. Dans les premières on ne voit rien de semblable à l'acide urique, qui est le plus abondant et le plus fréquent des matériaux des calculs humains. Il semble que cette singulière matière soit exclusivement préparée et formée dans le corps de l'homme, quoique ses principes constituans existent également dans celui de tous les animaux. La cause de cette formation particulière à l'homme doit consister dans la différence de ses organes et de ses liquides, et l'on a trop peu de

connaissances encore sur cette différence pour pouvoir expliquer à quoi tient cette espèce de propriété exclusive. On ne voit pas même quel est le rapport qui doit exister entre les humeurs du corps humain et l'acide urique, qui provient d'une de leurs altérations. Peut-être à la vérité se forme-t-il aussi dans les animaux ; peut-être est-il dans leurs urines, mais en si petite quantité, qu'il a échappé jusqu'ici aux analyses les plus soignées. La découverte que le citoyen Vauquelin a faite d'un peu d'acide urique dans une vessie de tortue semblerait autoriser cette dernière opinion. Peut-être aussi l'acide urique sera-t-il trouvé quelque jour dans le corps des animaux, mais dans un autre organe que les reins ou dans un autre liquide que l'urine. C'est ainsi que cet acide a été rencontré chez l'homme ailleurs que dans les organes urinaires, comme je le ferai voir plus bas.

76. Il en est de l'oxalate de chaux, le plus fréquent après l'acide urique des matériaux calculeux humains, comme de ce dernier acide. Je ne l'ai point encore trouvé dans les calculs des animaux, dans les bézoards qu'il m'a été permis d'examiner. Il ne serait pas exact néanmoins d'en nier absolument l'existence dans ces concrétions ; j'en ai trop peu analysé encore, et il y a trop de différences sensibles ou extérieures entre ces bézoards que je connais seulement de vue, pour ne pas soupçonner au moins possible l'existence de l'oxalate de chaux dans quelques-uns de ces bézoards orientaux dont la dureté, le poli, la couleur foncée semblent rapprocher certains individus de ces calculs moriformes durs et brillans que la vessie humaine m'a offerts assez souvent. Comme il n'est pas aisé de concevoir la formation de ce sel dans les voies urinaires de l'homme, puisque jusqu'ici les chimistes l'avaient cru étranger aux matières animales, et puisqu'ils ne l'avaient trouvé que dans quelques matières végétales, il n'est pas plus difficile d'admettre cette formation possible ou vraisemblable dans le corps des animaux.

Il résulte toujours de ces considérations que l'analyse des concrétions urinaires des animaux, comparées à celles de l'homme, et poussée jusqu'aux concrétions qui existent souvent, chez eux comme chez l'homme, dans des régions autres que les reins et la vessie, présente un grand intérêt pour la physique animale, et qu'elle doit être fortement recommandée à ceux qui possèdent ces objets rares, et difficiles à réunir par un seul individu.

§. VIII.

Des concrétions arthritiques de l'homme.

77. J'ai plusieurs fois fait remarquer dans quelques articles de cette section, destinée à l'analyse des matières animales, que les médecins, fondés sur de nombreuses observations, avaient trouvé des rapports frappans entre les maladies des voies urinaires et la goutte. C'est sur-tout sur les calculs de la vessie humaine que cette analogie a été un grand nombre de fois énoncée. En effet, on voit souvent succéder la gravelle et la pierre à de longues attaques de goutte, et il est fréquent de trouver chez les vieillards goutteux des concrétions calculeuses dans les reins et la vessie. Les pères goutteux ont souvent des enfans calculeux, et réciproquement. Souvent encore des hommes sujets à la gravelle éprouvent la cessation de cet accident en même temps que leurs articulations sont attaquées de douleurs arthritiques. Après les anciens, Sydenham, Cheyne, J. A. Murray, et plusieurs autres médecins célèbres du siècle dernier et du nôtre, ont confirmé cette analogie généralement admise aujourd'hui.

78. Comme dans tous ces cas il se forme fréquemment autour des capsules articulaires et des extrémités des os, des concrétions solides plus ou moins saillantes qui en gênent le mouvement, qui les rendent même souvent entièrement immobiles, et qui quelquefois ont un volume considérable,

puisque Severinus en a décrit qui avaient la grosseur d'un œuf, il était très-naturel que les médecins pensassent que la nature de ces concrétions était de la même nature que la base solide des os, et l'on a vu qu'ils avaient admis la même opinion sur la substance des calculs de la vessie, avant que Schéele eût fait la précieuse découverte de l'acide urique. A la vérité, les premières expériences faites sur le tuf arthritique avaient tantôt annoncé une ressemblance et tantôt une différence avec les os et les calculs urinaires. Schenckius disait que le tuf pulvérisé prenait corps avec l'eau comme le plâtre. Pinelli, en décrivant en 1728 quelques essais sur la matière arthritique, a dit en avoir obtenu par la distillation de l'alcali volatil et quelques gouttes d'huile, ainsi qu'un résidu pesant le douzième. Il ne l'a pas pu dissoudre dans les liqueurs ammoniacales huileuses qu'il employait, mais bien dans les acides sulfurique, muriatique et même acéteux. Cependant les docteurs Alston, Whytt, F. Hoffmann, Boerhaave ont recommandé l'usage des alcalis et de l'eau de chaux dans la goutte comme dans le calcul. Ces données, que contrarient le premier résultat de Pinelli, ne jetaient que de l'incertitude sur la matière arthritique : aussi Cajetan-Tacconi, d'après un examen à la vérité bien superficiel de la synovie des goutteux, d'après son effet tantôt verdissant et tantôt rougissant le sirop de violettes, a-t-il conclu que la goutte était ou acide ou alcaline; qu'elle reconnaissait cette double cause. Une pareille conclusion ne pouvait qu'embarrasser davantage la théorie et la pratique de l'art.

79. Après la découverte de Schéele sur la nature acide des calculs urinaires les plus fréquens, il était permis d'espérer quelques travaux plus décisifs sur la matière arthritique. Mais à peine trouve-t-on quelques essais sur cet objet important dans les vingt années qui se sont écoulées depuis cette époque. On lit, dans les Mémoires de Stockholm pour 1783, une observation de M. Rœring, d'où il résulte que des concré-

tions expectorées par un vieillard goutteux étaient du phosphate de chaux ; mais j'ai déja fait remarquer ailleurs que les calculs pulmonaires étaient formés par ce sel, et l'on voit bien que ces calculs doivent être indépendans de la matière arthritique. M. Walson a publié, dans les Essais de médecine de Londres, tom. 1, 1784 (medical communications), un examen du tuf arthritique pris sur le cadavre d'un goutteux, et il en a conclu que cette matière était très-différente de celle du calcul, puisqu'elle se dissolvait dans la synovie, se mêlait facilement à l'huile et à l'eau, tandis que la substance calculeuse présentait des propriétés entièrement opposées. Mais cette différence pouvait tenir à l'état de combinaison de la substance calculeuse ; et c'est ce que M. Tennant, de Londres, a découvert, en annonçant que les concrétions arthritiques étaient composées de l'acide du calcul uni à la soude.

80. Cette simple annonce, insérée dans quelques ouvrages périodiques, me parut si importante pour les progrès de l'art, que j'ai desiré ardemment de pouvoir la confirmer par une expérience exacte. Plusieurs années se sont passées sans que j'aie pu satisfaire mon desir, parce qu'il m'a été impossible de me procurer des concrétions arthritiques, quoique j'en aie demandé à plusieurs médecins. Ce ne fut que vers le mois de vendémiaire de l'an 7 qu'il se présenta une occasion favorable, et je la dois au citoyen Veau, médecin de Tours, professeur de l'école centrale de cette ville, également recommandable par ses lumières et par son zèle ardent pour les progrès de l'art de guérir. Ce physicien, qui sent tout le prix des recherches exactes de chimie appliquées aux phénomènes de l'économie animale, voulut bien m'apporter une concrétion arthritique tirée d'une tumeur ulcérée située sur le gros orteil d'un homme de cinquante ans, affecté depuis trente années de la goutte, et qui, à en juger d'après le gonflement de diverses articulations, paraît porter ainsi dans tout son corps plus d'un kilogramme de cette matière concrète.

81. Ce malade, dont les pieds, les mains et les genoux sont tuméfiés, n'éprouve point de douleur dans la plupart de ces régions lorsqu'on en touche la peau. Les concrétions arthritiques y sont par-tout adhérentes aux os. Quant à celle qui est située à la dernière phalange du gros orteil du pied gauche, et d'où provient la portion qui m'a été remise, la tumeur a treize centimètres environ de circonférence ; elle est ulcérée et ouverte à sa partie supérieure et latérale externe ; il en sort chaque jour un pus fétide qui n'a pas été examiné, mais qui paraît entraîner avec lui une portion de matière concrète arthritique. Depuis un an le malade souffrait des douleurs atroces ; il dormait à peine quelques minutes, et était réveillé par la violence de son mal. Depuis plusieurs mois il n'avait plus quitté son lit ; il jetait souvent des cris perçans. La partie de la concrétion podagrique qui m'a été adressée par le citoyen Veau, avec les détails que je viens d'exposer d'après lui, avait été extraite de cette tumeur ulcérée, à l'ouverture de laquelle elle avait été repoussée. Je l'ai soumise aux expériences que sa petite quantité m'a permis de tenter ; elles ont été faites en présence du médecin éclairé à qui je la dois.

82. Cette concrétion blanchâtre, irrégulière, comme grenue et fine dans son tissu, ayant assez l'apparence d'un morceau d'agaric officinal cassé, avait environ quatre centimètres d'étendue ; elle pesait plus de trois grammes et demi. Elle était poreuse et légère ; on ne pouvait la broyer que difficilement dans un mortier, à raison des pellicules membraneuses abondantes dont elle était traversée ; elle se coupait à la manière du suif, et les parties découvertes par la section étaient polies et brillantes comme les lames du blanc de baleine. Echauffée par un broiement assez violent, elle exhalait une odeur fade de matière animale. Un gramme chauffé dans un creuset d'argent a exhalé une fumée blanche, fétide, empyreumatique et ammoniacale, s'est brûlé sans se ramollir, après s'être à la vérité fondu en bouillonnant. Le creuset,

retiré du feu après la cessation de la fumée, a offert un résidu noirâtre, d'une saveur alcaline et amère, analogue à celle d'un prussiate alcalin, pesant un seizième de la masse employée. L'eau distillée versée sur ce résidu en a dissous une partie, et a donné avec le sulfate de fer un précipité bleu de prussiate très-beau. Elle contenait donc un alcali fixe et une matière animale très-abondante.

83. Traitée avec cent fois son poids d'eau par une ébullition de quelques minutes, elle s'est presque entièrement dissoute dans ce liquide, en le couvrant d'une écume semblable à celle d'une eau de savon, et en répandant une odeur animale fade, semblable à celle que donnent les membranes, la peau, les tendons et les ligamens qu'on fait bouillir dans l'eau. Il n'y a eu qu'un dixième environ de la concrétion qui ne s'est pas dissous. Cette partie était comme des pellicules membraneuses gonflées. L'acide sulfurique, versé dans la dissolution, y a produit un précipité blanc, pulvérulent, qui a pris, en se rassemblant, la forme de petites aiguilles cristallines très-reconnaissables pour celle de l'acide urique. La liqueur surnageante, évaporée doucement, a montré des cristaux de sulfate de soude, difficiles à en obtenir, bien séparés à cause de l'état visqueux et gélatineux que l'évaporation avait produit.

84. Une portion de la concrétion arthritique, égale aux deux précédentes, a été traitée avec plus de cent fois son poids d'une lessive de potasse concentrée à l'aide de la chaleur. Elle s'y est presque complétement dissoute, en exhalant une odeur animale fade déja indiquée. La liqueur filtrée pour en séparer quelques flocons indissous, a été mêlée avec de l'acide muriatique faible, qui y a formé un précipité blanc semblable, par son aspect et toutes ses propriétés, à l'acide urique, et très-reconnaissable pour être cette espèce d'acide. Plongée dans une lessive de potasse très-faible, une partie de cette concrétion s'y est ramollie, y a perdu toute sa consistance sans y

perdre sa forme ; la liqueur a ensuite précipité de l'acide urique par l'addition de l'acide muriatique. La concrétion arthritique s'est donc comportée comme un calcul urinaire urique, excepté que la proportion de matière animale y paraissait être plus considérable que dans ce dernier.

85. Ces expériences prouvent évidemment que la concrétion arthritique dont il est question ici est formée par un mélange d'urate de soude et de matière animale gélatineuse ; elles confirment l'énoncé de M. Tennant. Elles indiquent néanmoins que ce sel, qu'on n'a point encore trouvé dans les calculs urinaires, et qui n'en contient que l'acide urique combiné avec la soude si fréquente dans les liqueurs animales, y est enveloppé ou accompagné d'une substance muqueuse qui excède beaucoup sa propre quantité. Elles montrent un rapport annoncé vaguement jusqu'ici entre l'humeur goutteuse et les concrétions urinaires ; elles apprennent que le tuf arthritique se dépose entre les lames des capsules articulaires, et que c'est en écartant ces lames et en se cristallisant entre elles plus ou moins rapidement, qu'elles enveloppent et gonflent les articulations ; qu'elles produisent des douleurs plus ou moins aiguës, en raison des tiraillemens qu'elles excitent dans les nerfs et dans les vaisseaux lymphatiques. Ainsi la surabondance de l'acide urique, son dépôt ou son transport vers les organes articulaires, les capsules muqueuses, les gaines des tendons, paraissent être la cause immédiate de la goutte. Déja le citoyen Berthollet a constaté que l'urine des goutteux ne contient pas d'acide phosphorique pendant les accès de cette maladie : il sera de plus important de rechercher si elle est également privée d'acide urique. C'est une nouvelle carrière que la chimie ouvre à la médecine, et dont celle-ci saura sans doute profiter. Il sera également intéressant de déterminer pourquoi cet acide urique est uni à la soude dans les dépôts arthritiques, tandis qu'on ne l'a point encore trouvé sous cette forme de combinaison dans l'urine, état dans lequel

il ne peut pas y être en effet à cause de l'acide phosphorique à nu que contient ce liquide.

ARTICLE XXVII.

De la liqueur de la prostate et du sperme.

1. La prostate, espèce de glande aplatie, cordiforme, placée entre la partie la plus élevée de l'urètre et le rectum, sur lequel elle s'appuie par sa face supérieure, d'un tissu ferme à son intérieur, composée de beaucoup de follicules serrés les uns contre les autres, présente dix à douze canaux excréteurs qui s'ouvrent dans le canal de l'urètre autour de l'éminence connue des anatomistes sous le nom de *crête de coq* ou de *verumontanum*. Cette glande, forte comme une grosse châtaigne, et qui est d'un tissu assez dense pour offrir une résistance marquée à l'instrument tranchant dans l'opération de la lithotomie, sépare un liquide peu abondant qui est versé dans l'urètre par les ouvertures indiquées et par l'effet de l'orgasme vénérien, quelque temps avant la liqueur séminale. Sa sortie, qui ne se fait que par une espèce de suintement et jamais ou que très-rarement par jets, est accompagnée d'un sentiment de plaisir dont les eunuques jouissent à défaut de celui que procure l'éjaculation de la semence.

2. Cette liqueur sort chez quelques hommes par la pression due à l'expulsion des excrémens ou de l'urine, et elle varie assez par sa quantité dans les divers individus. Tout ce qu'on sait de sa propriété se réduit à sa couleur blanchâtre, à son état visqueux et épais, à son odeur animale fade, et à sa qualité douce lubréfiante. Aucun chimiste n'en a encore entrepris l'analyse; quelques-uns se sont seulement contentés

de remarquer qu'elle était susceptible de se coaguler par l'alcool, et conséquemment ils en ont cru la nature albumineuse. On peut penser qu'elle contient, comme toutes les humeurs de ce genre, de la soude et des phosphates de soude et de chaux. Peut-être aussi est-elle chargée d'une certaine quantité de matière gélatineuse, comme son genre de viscosité homogène égale et comme muqueuse semble l'indiquer. Il paraît que son véritable usage est de lubréfier le canal de l'urètre, de faciliter le passage rapide de la liqueur séminale, de s'unir à cette liqueur, d'en augmenter le volume, et peut-être même d'en modifier les propriétés, quoiqu'on ne puisse pas déterminer encore exactement le rôle qu'elle joue dans son union avec le liquide spermatique.

3. La liqueur séminale, ou le sperme, est séparée dans les testicules du sang artériel, qui y parvient par les artères spermatiques. Le tissu de cet organe secrétoire présente une série de vaisseaux repliés les uns sur les autres à la manière du fil sur un peloton, qui doivent produire un ralentissement considérable dans le liquide dont ils sont continuellement remplis. De ce tissu, le sperme passe dans l'épididyme, espèce de corps appliqué sur le haut du testicule, et qui a une texture un peu différente. Il se termine par un canal solide et dense, qui verse le liquide qu'il reçoit dans les deux vésicules séminales, poches membraneuses placées sur le col de la vessie, et plissées par du tissu cellulaire. Ces vésicules se resserrent chacune en un canal qui vient s'ouvrir dans l'urètre aux deux côtés de l'éminence nommée *verumontanum*, après avoir traversé l'épaisseur de la prostate. Le sperme sort avec un mouvement très-rapide, et est lancé quelquefois à une distance assez considérable de la verge.

4. La liqueur spermatique, qui ne se forme dans l'homme et dans les animaux qu'après l'accroissement fini ou fort avancé, lors de la surabondance de la nourriture qui accompagne cette circonstance de la vie, marque sa production par une époque

très-caractérisée et par des signes très-remarquables. Les environs des parties génitales et le menton se couvrent de poils, la voix change et devient rauque ou voilée, la figure se prononce et se modifie ; l'esprit de l'individu qui arrive à cette époque prend plus d'activité et de force ; l'homme devient taciturne, mélancolique, morose, jusqu'à ce qu'il ait satisfait le desir que la nature fait naître chez lui. Il est bien reconnu non seulement que la formation de cette liqueur a une grande influence sur l'économie animale, mais que sa sortie trop fréquente, comme sa rétention dans ses réservoirs, sont la source de maux quelquefois très-graves. La première énerve les forces physiques et morales, de manière à dégrader et même abrutir l'individu qui commet cette imprudente perte ; la seconde porte dans les fonctions morales et physiques un trouble, une sorte de pesanteur et d'obstacle qui les gênent et semblent les opprimer. Une évacuation modérée et d'accord avec le desir entretient la santé dans l'équilibre qui la constitue, et remplit le vœu de la nature, qui a pourvu à la reproduction des êtres animés par le sentiment et le besoin de la volupté.

5. La liqueur spermatique, au moment où elle sort chez un individu bien constitué, semble être un mélange de deux substances différentes : l'une, visqueuse, collante, homogène et blanchâtre ; l'autre, épaisse, grumeleuse, opaque, dans laquelle on aperçoit beaucoup de filamens blancs, comme satinés, sur-tout lorsqu'on l'agite dans l'eau. Elle répand une odeur fade particulière qu'on trouve aussi dans les chatons du châtaignier et dans les anthères de beaucoup de fleurs ; on la reconnaît encore dans les os et l'ivoire que l'on scie, que l'on rape ou que l'on frotte ; et c'est pour cela que les anciens nommaient ces parties spermatiques. Sa propriété est de devenir fluide et transparente quelque temps après avoir été rendue : sa nature muqueuse, ses molécules comme animées que le microscope permet d'y apercevoir, enfin les cristaux qui

s'y déposent par son exposition à l'air, étaient les seuls faits chimiques recueillis sur cette liqueur avant le mois d'avril 1791 ; et l'on sait à combien d'hypothèses et de théories plus ingénieuses que vraies ces aperçus avaient donné naissance. A l'époque citée, le citoyen Vauquelin publia sur le sperme humain, dans les Annales de chimie, un mémoire dans lequel il a décrit une suite intéressante d'expériences. Comme c'est le seul travail bien fait que je connaisse sur cette matière, j'en donnerai ici un extrait suffisamment détaillé, pour ne rien laisser échapper des résultats neufs et utiles que contient ce mémoire.

6. Le sperme a une saveur légèrement âcre et irritante, qui resserre et pince sensiblement les membranes de la bouche. Quoique sa pesanteur spécifique varie beaucoup, elle est constamment plus grande que celle de l'eau, puisqu'il se précipite toujours au fond de ce liquide. En agitant le sperme dans un mortier ou sur un porphyre, ou même entre deux papiers, il devient bientôt écumeux, opaque, épais et tenace comme une sorte de pommade. Il paraît que ce phénomène est dû à l'air qui s'interpose entre ses molécules, et sans doute aussi à l'évaporation d'une partie de son eau, qui laisse rapprocher et cristalliser les matières salines dont ce liquide est saturé, comme on le verra bientôt. Le sperme, au sortir de l'urètre, verdit le sirop de violettes, précipite les sels calcaires et les dissolutions métalliques, à raison de l'alcali fixe qu'il contient. Sa portion épaisse et floconneuse, en perdant son calorique, devient transparente et plus également consistante qu'elle ne l'était. Quelques heures après, le sperme devient plus fluide, ce qui ne vient pas, comme on l'avait cru, de l'absorption atmosphérique, puisqu'il diminue de poids ; d'ailleurs ce phénomène a lieu dans un vaisseau fermé comme à l'air : la perte de poids qu'il éprouve diminue avec sa température ; l'état varié de l'atmosphère n'influe point sur cette liquéfaction du sperme : ce liquide n'augmente pas de volume. On ignore jusqu'ici la cause de ce changement spontané.

7. Exposé pendant quelques jours dans une capsule à l'air, dont la température excède 10 degrés thermométriques, le sperme se couvre d'une pellicule transparente, et dépose des cristaux transparens d'environ deux millimètres de longueur, souvent croisés entre eux, et arrangés comme les rayons d'une roue. Vus à la loupe, ces cristaux offrent un prisme à quatre pans, terminé par une pyramide à quatre faces très-alongées. Bientôt la pellicule augmente d'épaisseur et se remplit de petits corps ronds et blancs; la liqueur plus consistante prend l'odeur de la franchipanne. Si l'air devient humide, le sperme s'épaissit moins, et il continue à s'y déposer des cristaux de forme variée, des lames rhomboïdales, des prismes à six pans, des octaèdres; le liquide reste mou et ductile. L'air très-sec le rend, au contraire, comme une corne transparente et cassant; il perd le 0.9 de son poids par cette dessiccation. Lorsqu'on l'expose en quantité un peu considérable à de l'air chaud et humide, à 20 degrés du thermomètre de Réaumur et 75 de l'higromètre de Saussure, il s'altère et se décompose au lieu de se dessécher; il prend une couleur jaune; il devient acide, répand une odeur de poisson pourri, et se couvre du *byssus septica* de Linné.

8. On obtient les cristaux séparés du sperme en décantant la liqueur, et en y ajoutant une petite quantité d'eau pour diminuer sa viscosité et son adhérence aux prismes cristallins. Ceux-ci n'ont point de saveur ni de dissolubilité; ils croquent sous les dents. Ils se fondent au chalumeau et en un globule blanc opaque, qui brille d'une flamme jaunâtre pendant sa fusion. Ils sont inattaquables par les alcalis et les terres. Les acides nitrique et muriatique les dissolvent sans effervescence; l'eau de chaux et les alcalis précipitent cette dissolution: on y trouve ensuite par l'alcool du nitrate ou du muriate de chaux, et il reste, après cette séparation alcoolique, une substance fusible au chalumeau en un verre transparent, dissoluble, précipitant l'eau de chaux et rougissant les couleurs bleues. Tous ces faits

prouvent que les cristaux énoncés sont du véritable phosphate de chaux. Les corps ronds et opaques formés sur la pellicule séchée indiquée plus haut sont de la même nature. Voilà le premier exemple du phosphate de chaux pur et non acide, puisque le sperme est alcalin, qui se cristallise spontanément et régulièrement par l'évaporation de la liqueur qui le tenait en dissolution.

9. Le sperme, réduit au dixième de son poids par son exsiccation complète dans l'air chaud et sec, exposé au feu dans un creuset d'argent, se ramollit aux premiers degrés de chaleur, prend la couleur jaune dorée de croûte de pain, répand une fumée jaunâtre qui a l'odeur de corne brûlée. A une chaleur plus forte, la fumée s'épaissit, le sperme brunit fortement, se gonfle, se boursoufle, noircit en exhalant une odeur vive d'ammoniaque. Le creuset retiré du feu lorsqu'il ne se dégage plus de vapeur, et lorsque la matière spermatique n'éprouve plus de changement sensible, offre un charbon assez volumineux, qui, lessivé par l'eau distillée, fournit du carbonate de soude allant presqu'au quart du poids du sperme desséché. Ce charbon, brûlé ensuite, et complétement incinéré, donne un résidu blanc formant le tiers du sperme sec, et qui a toutes les propriétés du phosphate de chaux. Ce genre d'analyse par le feu ouvert, destiné, comme l'on voit, à séparer les deux substances fixes contenues dans le sperme, a prouvé au citoyen Vauquelin que cette liqueur contenait un centième de son poids de soude pure, et trois centièmes de phosphate de chaux. En chauffant le sperme dans un vaisseau distillatoire, au lieu de se servir d'un vase ouvert, on obtient de l'eau, du carbonate d'ammoniaque et un peu d'huile. Le charbon qui reste ne diffère point de celui qui vient d'être décrit. Le citoyen Vauquelin n'a pas détaillé les phénomènes et les produits de cette distillation, soit parce qu'il ne l'a faite sans doute que sur de trop petites quantités pour en obtenir des résultats bien sûrs, soit parce qu'elle ne lui en a pas

fourni d'assez remarquables et d'assez différens de ceux qu'on obtient de toutes les substances animales en général, pour mériter une description particulière. Il faut seulement observer, relativement à l'action du calorique sur le sperme, tel qu'il sort de ses canaux, qu'il en accélère la liquéfaction, qu'il ne le coagule pas comme beaucoup d'autres liquides animaux, et qu'en conséquence celui-ci ne contient pas de matière albumineuse.

10. Le sperme non liquéfié à l'air, et au moment où il vient d'être lancé de l'urètre, ne se dissout pas dans l'eau froide; lorsqu'on l'agite beaucoup dans ce liquide, il s'y divise en flocons, et lui communique une légère opacité. Dans l'eau bouillante, la dissolution ne réussit pas davantage; la matière épaisse devient au contraire plus dense, se retire sur elle-même, et s'attache à la baguette qui sert à l'agiter. Lorsque le sperme a été exposé à l'air, et s'est spontanément liquéfié, il s'unit facilement à l'eau froide et chaude. L'alcool et l'acide muriatique oxigéné séparent la matière spermatique de l'eau, sous la forme de flocons blancs. La potasse, la soude et l'ammoniaque rendent le sperme miscible à l'eau, mais seulement lorsqu'elles sont concentrées. La chaux n'en dégage de l'ammoniaque que lorsque le sperme a été quelque temps exposé à l'air chaud et humide; ce qui prouve que l'ammoniaque se forme pendant l'altération de ce liquide, et même en très-grande quantité. Les acides ont aussi une action dissolvante sur le sperme; les plus faibles, les vins, l'urine, exercent même cette action d'une manière sensible; les alcalis ne le séparent pas cependant de cette dissolution; à la vérité, les acides ne le précipitent pas non plus de ses dissolutions alcalines. La preuve que le vin et l'urine ne dissolvent le sperme qu'à la faveur de l'acide qui est contenu dans ces liqueurs, c'est qu'elles ne produisent plus cet effet lorsqu'on les a privées de cet acide par quelque moyen que ce soit. Aussi l'eau amenée à l'état légèrement acide au même degré faible d'acidité que ces deux liqueurs,

par l'addition d'un peu d'acide sulfurique, dissout également le sperme.

11. L'acide muriatique oxigéné agit sur la liqueur séminale d'une manière très-différente de celle des acides ordinaires. Au lieu de la dissoudre, il la coagule en flocons blancs, indissolubles dans l'eau et les autres acides. Il produit même cet effet sur le sperme liquéfié à l'air. Une grande quantité de cet acide liquide, versée sur le sperme, le colore en jaune, et le rend tout-à-fait semblable à la matière qui s'écoule dans certaines gonorrhées, sur-tout à la fin de cette maladie. Au moment où il exerce cette action, son odeur disparaît : ce qui annonce que le sperme absorbe l'oxigène de l'acide muriatique oxigéné, et que c'est à cette absorption que sont dues et la coagulation du sperme et sa coloration en jaune. Cet effet est semblable à celui que produit le même agent sur l'humeur lacrymale, sur le mucus nasal, et sur le suc bronchique.

Enfin le sperme ne décompose pas les sels baritiques et strontianiques quand il est récent, ou quand il a été gardé dans un vase bien fermé, où il s'est liquéfié ; mais il les décompose quand il est resté quelque temps exposé à l'air, et quand il a commencé à déposer des cristaux rhomboïdaux. On voit bien que cette décomposition vient alors de ce que la soude du sperme s'est combinée avec l'acide carbonique de l'atmosphère, et a formé un carbonate capable d'agir sur les sels de barite et de strontiane par une attraction élective double nécessaire.

12. De tous ces faits réunis, le citoyen Vauquelin conclut que le sperme jouit de quelques propriétés qu'aucune autre humeur animale ne partage, et notamment des suivantes qui en forment les caractères spécifiques. Il est alcalin ; il dépose spontanément du phosphate de chaux en cristaux ou en grains irréguliers ; il s'aigrit dans l'air chaud et humide ; il est indissoluble dans l'eau dans son état naturel ; il s'y dissout, soit lorsqu'il a été liquéfié à l'air, soit lorsqu'il s'y est desséché ; il est dissoluble dans les alcalis et les acides, et ne peut être

précipité des uns réciproquement par les autres. En comparant tous les résultats de ses expériences entre eux, il a trouvé dans mille parties de sperme les proportions suivantes de ses matériaux constituans :

Mucilage animal. . . . . 60 ;
Phosphate de chaux. . . . . 30 ;
Soude. . . . . 10 ;
Eau. . . . . 900.

Il observe que plusieurs des phénomènes propres à ce liquide sont inconnus encore dans leurs causes, sur-tout la liquéfaction à l'air, l'indissolubilité dans l'eau, sa dissolubilité lorsqu'il est liquéfié, l'état et la proportion du phosphate de chaux qu'il tient dissous, la cristallisation de celui-ci. La matière animale muqueuse contenue dans ce liquide est également une sorte de problême singulier dans sa nature et ses propriétés. Ce n'est pas de l'albumine ; et si elle se rapproche plus de la gélatine, elle en diffère encore par des caractères très-remarquables. Il paraît que c'est à elle que sont dus la viscosité, l'état floconeux, l'odeur, l'indissolubilité dans l'eau, la liquéfaction spontanée et plusieurs autres propriétés du sperme ; mais on ne peut encore rien dire de plus sur sa nature singulière, parce qu'il n'a pas encore été possible de l'isoler des autres matériaux du sperme, et de l'examiner bien séparée. Il serait intéressant, par exemple, de connaître son altération par le tannin, etc.

Quoique l'analyse du sperme faite par le citoyen Vauquelin soit pleine de faits curieux, et fournisse même des résultats très-nouveaux et entièrement inattendus, il faut convenir néanmoins qu'elle ne donne encore aucune lumière sur les propriétés de cette humeur presque miraculeuse dans ses effets, et qu'on n'y trouve aucune application possible à sa qualité fécondante. On a vu de même dans un des articles précédens que la moelle ou pulpe cérébrale, avec laquelle certains physiologistes ont comparé la liqueur spermatique, n'offrait encore

dans sa nature albumineuse indiquée par l'analyse, aucun fait susceptible de faire connaître ses fonctions.

ARTICLE XXVIII.

De quelques matières animales particulières aux mammifères.

1. Après avoir traité, dans les articles précédens, des matières qui sont communes à tous les animaux, qui constituent leur corps en général, et sur-tout de celles qui appartiennent à l'homme, la méthode que j'ai adoptée exige que je parle des substances particulières à chaque ordre d'animaux. Mais il n'est pas nécessaire de les considérer ici dans les détails qui appartiennent spécialement aux usages de chacune d'elles ; c'est seulement pour les comparer à celles qui ont déja été examinées, pour faire connaître leurs rapports ou leurs différences avec elles, pour faire connaître d'une manière générale ce qu'elles peuvent avoir d'analogies ou de dissemblances dans leurs propriétés, enfin pour donner une notion exacte mais précise de leur nature, qu'il doit en être question ici.

2. Parmi les matières que les mammifères ou les quadrupèdes vivipares fournissent aux arts, il en est dix qui méritent particulièrement d'occuper les chimistes : ce sont spécialement l'ivoire, le bois de cerf, la corne, la laine, le musc, la civette, le castoréum, l'ambre gris, le blanc de baleine et les bézoards. On voit que je ne compte pas ici une foule de substances, ou très-communes, ou généralement employées, ou regardées autrefois comme très-précieuses, et tombées en désuétude ; tels que les chairs, les peaux, les crins, les poils, les ongles, les graisses, les intestins, les os divers, les dents de plusieurs

animaux, de l'hippopotame, du castor; le sang de quelques-uns, celui du bouquetin; les cornes, les dents fossiles, les turquoises, l'unicorne, le pied d'élan, etc., et jusqu'aux excrémens du chien nommés autrefois *album græcum*. Ces dernières matières ont été introduites par la crédulité, l'erreur, les préjugés, le charlatanisme dans la médecine; mais les lumières de la chimie les ont fait peu à peu rejeter de la pharmacie. J'ai choisi les dix substances les plus importantes par leurs propriétés, leurs usages multipliés et fréquens, ainsi que par leur nature. Elles serviront d'ailleurs à faire connaître celles dont je ne parlerai pas, et qui leur sont analogues.

A. *De l'ivoire.*

3. L'ivoire, si connu et si employé, est une substance osseuse, d'un tissu fin, serré et homogène, qui appartient aux dents énormes que l'on nomme les défenses de l'éléphant. Cet animal, dont on connaît au moins deux espèces principales, l'*éléphant des Indes*, à front concave, à molaires marquées de rubans, ondulées transversalement, à oreilles petites; l'*éléphant du Cap*, à front convexe, à molaires marquées de losanges transverses, à oreilles très-amples, et dont le monmouth de Sibérie paraît constituer une troisième espèce, fait à lui seul un ordre particulier de mammifères, très-caractérisé par l'absence des dents canines, des incisives inférieures, par les incisives supérieures prolongées en défenses, par la trompe adroite et sensible qui termine ses narines, par son volume et son épaisseur extraordinaires, par son intelligence et l'énergie de ses passions.

4. C'est sur-tout de l'éléphant du Cap ou de l'Afrique que l'on préfère l'ivoire, soit à cause du volume considérable des défenses de cette espèce, soit en raison de sa dureté ou de sa beauté. On emploie aussi les dents fossiles qui n'ont pas perdu de leur solidité. Cette espèce de substance osseuse a un tissu, une couleur, une finesse de grain, une dureté qui la rendent très-utile dans un grand nombre d'arts. Le réseau de losanges

ou d'aréoles rhomboïdales qu'on observe dans la coupe transversale de ces dents, est un caractère qui fait reconnaître facilement l'ivoire, et qui le distingue sur-tout des os ordinaires, dans lesquels on ne voit que des couches et des raies longitudinales. L'ivoire, quand on le scie ou quand on le gratte, répand une odeur fade désagréable, très-rapprochée de celle du sperme. On connaît le beau poli que reçoit cette substance, la blancheur brillante qui la distingue, la douceur des formes qu'elle reçoit, les couleurs variées qu'on lui communique, et qui y adhèrent assez fortement.

5. Quant à sa nature, l'ivoire est composé, comme les os, d'une matière gélatineuse et de phosphate de chaux. Au feu, il noircit, se charbonne, et donne même un charbon si noir et si fin, qu'il est employé en particulier dans quelques arts, sous le nom de *noir d'ivoire*. Distillé, il fournit de l'eau, de l'huile épaisse, du carbonate d'ammoniaque ; calciné au blanc, il laisse du phosphate de chaux pur. Les acides le ramollissent; l'eau en tire, au contraire, par une longue ébullition, de la matière gélatineuse, et forme ainsi une gelée transparente et très-blanche. On ne connaît pas encore la véritable différence qui existe entre l'ivoire et les os ; il paraît qu'elle consiste dans la proportion diverse des deux matières qui composent ce genre de tissu solide. Il serait bon de rechercher, lorsqu'on s'occupera de cet objet, la différence de l'émail des dents de l'homme de la substance osseuse proprement dite, celle qui existe entre les dents de l'hippopotame et du rhinocéros, qu'on emploie quelquefois pour de véritable ivoire, et l'ivoire proprement dit.

B. *Du bois ou de la corne de cerf.*

6. Ce qu'on nomme en matière médicale et en chimie pharmaceutique la corne de cerf, est appelé bois de cerf en histoire naturelle et dans la vénerie. Le cerf est un mammifère ruminant bien caractérisé par ses deux sabots, ses quatre estomacs, ses cornes osseuses tombant chaque année, son poil

ras, sa queue courte, ses jambes grêles et hautes, la fossette ou son larmier au-devant de l'œil, ses huit dents incisives à la mâchoire inférieure, leur absence en haut, ainsi que l'absence des canines et de la vésicule du fiel. Les deux excroissances osseuses ou exostoses naturelles qui chargent le front du mâle, ont été pendant long-temps très-employées sous le nom de corne de cerf. Ces bois sont ronds, et portent plusieurs andouillers coniques dont le nombre varie suivant l'âge de l'animal, et qui servent à le faire reconnaître. Au moment où ils repoussent, ils sont moux, garnis d'une peau velue, remplis de vaisseaux sanguins; bientôt ils durcissent, se dépouillent, et deviennent compacts et osseux.

7. Toutes les expériences que l'on a faites sur la corne de cerf, tous les produits qu'on en retire, tous les usages auxquels on l'a destinée, prouvent que c'est une véritable substance osseuse, formée d'une matière gélatineuse et de phosphate de chaux. On en extrait assez abondamment une gelée légère, douce et fade, en faisant bouillir long-temps dans l'eau la rapure de corne de cerf. Cette gelée est extraite, ou pour la nourriture des malades, ou pour la préparation de plusieurs médicamens, ou pour celle de quelques mets auxquels on veut donner cette forme.

Quand on distille la corne de cerf on en obtient une eau rougeâtre et ammoniacale qu'on nommait autrefois *esprit volatil de corne de cerf*, une huile épaisse, brune et fétide, beaucoup de carbonate d'ammoniaque sous forme solide, et salí par un peu d'huile, du gaz hidrogène carboné et huileux, et du gaz acide carbonique. Il reste, après cette distillation, un charbon qui retient la forme de la matière distillée, et qui, après son incinération, fournit un peu de carbonate de soude, de carbonate de chaux, et beaucoup de phosphate calcaire.

8. Comme on faisait autrefois un grand usage des divers produits de la corne de cerf distillée, on rectifiait chacun d'eux avec beaucoup de soin. On distillait à une chaleur douce l'eau

ammoniacale, et on l'obtenait beaucoup moins colorée. On unissait souvent ce liquide avec l'acide succinique pour préparer *la liqueur de corne de cerf succinée*. On faisait digérer dans une petite quantité d'alcool le carbonate d'ammoniaque brun, et en lui enlevant ainsi la portion d'huile qu'il contenait, on obtenait blanc *le sel volatil de corne de cerf*. C'était sur-tout l'huile produite dans cette opération qu'on purifiait avec le plus d'exactitude ; on s'efforçait de l'obtenir blanche sans couleur, très-volatile, très-odorante, sous le nom d'*huile animale de Dippel*. Autrefois on n'y parvenait que par plusieurs distillations successives ; on s'était ensuite borné à deux ou trois distillations, en ayant soin d'introduire l'huile à rectifier dans la cornue à l'aide d'un long entonnoir pour ne point en salir le col ; car une seule goutte d'huile brune aurait suffi pour colorer une très-grande quantité d'huile blanche ; on ne retirait ainsi que les premières portions du produit. Rouelle l'aîné ayant remarqué qu'il n'y avait que la portion la plus volatile de cette huile qui fût blanche, a conseillé de la distiller avec de l'eau, afin de ne lui communiquer que la température nécessaire à la volatilisation de cette portion. J'ai déja fait remarquer ailleurs que cette huile très-légère, très-odorante, contenait de l'ammoniaque, verdissait les couleurs bleues végétales, et prenait une couleur plus ou moins brune par le seul contact de la lumière.

9. On faisait encore autrefois une opération particulière, que l'on nommait *corne de cerf préparée philosophiquement*. Elle consistait à suspendre les cornichons ou les andouillers au haut d'un chapiteau placé sur une cucurbite, dans laquelle on faisait bouillir de l'eau pendant long-temps. La vapeur pénétrant continuellement la matière osseuse, lui enlevait peu à peu la matière gélatineuse, et laissait le phosphate de chaux plus ou moins pur ; de manière que la corne de cerf devenait blanche et friable. On a, depuis plus de trente ans, renoncé à cette longue et fastidieuse pratique ; on se contente de cal-

ciner au blanc la corne de cerf, d'en brûler ainsi toute la matière animale, et d'en isoler le phosphate calcaire. Comme on se sert ordinairement des fours de potier pour faire cette calcination, le grand feu qui existe dans ces fourneaux commence la vitrification du phosphate terreux, et l'on voit souvent les cornichons de cerf ainsi traités dans les pharmacies, sensiblement rapprochés de l'état de porcelaine. Ce phénomène, joint à tous les précédens et à celui du ramollissement qu'éprouve la corne de cerf quand on la plonge dans les acides, prouve que cette matière est parfaitement de la même nature que les os, et n'en diffère que par une plus grande proportion de substance gélatineuse.

C. *De la corne.*

10. Ce qu'on nomme particulièrement corne dans les arts appartient à une substance sensiblement différente des os et de la corne ou du bois de cerf. Ce sont des lames plus ou moins épaisses, demi-transparentes, provenant des cornes creuses et coniques du bœuf. Les sabots d'un grand nombre de mammifères, les cornes des antilopes, des chèvres, des brebis, les ongles des fissipèdes ou des digités, les dards du porc-épic et du hérisson, les fanons de la baleine, et même les poils, sur-tout ceux qui sont roides et durs, comme les crins ou les soies, sont tous du même tissu et de la même nature chimique que la corne. Ce que j'ai dit plus haut (art. 10, 3e. ordre) du tissu corné en général, doit être appliqué à ce qui concerne la corne proprement dite; je n'ajouterai ici qu'un mot pour ce qui regarde cette dernière en particulier.

11. La corne de bœuf, réunissant toutes les propriétés du tissu corné déja décrit ailleurs, et étant composée de gélatine colorée unie à un peu de phosphate de chaux, est susceptible de se fondre à un feu doux, de donner beaucoup d'eau, d'ammoniaque et d'huile à l'analyse, de se boursoufler, et de laisser un charbon volumineux, d'exhaler une odeur forte et fétide

quand on la brûle, de se fondre en grande partie dans l'eau, de se dissoudre dans les acides, de fournir de l'acide prussique, quand on la chauffe fortement avec des alcalis fixes. Ces propriétés très-bien caractérisées font connaître avec clarté les divers usages que l'on fait de la corne. On la ramollit, on l'étend, on la tourne, on la plie, on la roule, on la soude par ses bords, on lui fait prendre des empreintes, on la fond, après l'avoir réduite en poudre, pour en former des vases qui prennent la forme des moules où on l'a introduite; elle sert à la préparation des colles-fortes, à l'extraction de plusieurs produits pharmaceutiques; elle est employée à la fabrication du bleu de Prusse, etc.

D. *De la laine.*

12. La laine, espèce de poil long, mou, frisé, qui revêt le corps de plusieurs mammifères ruminans, mais que l'on coupe ou que l'on arrache particulièrement sur celui du mouton, est si généralement répandue et employée, qu'elle semblerait devoir être une des substances animales les plus exactement connues; cependant ce n'est que depuis quelques années que les chimistes modernes se sont spécialement occupés de son examen. On s'était contenté autrefois de la considérer comme répandant une odeur infecte quand on la brûlait, et donnant à la distillation beaucoup d'huile et de carbonate d'ammoniaque. On avait remarqué, dans les usages de la vie, qu'elle ne s'enflammait qu'avec une grande difficulté, et qu'elle exhalait une fumée épaisse très-fétide, au lieu de prendre une flamme vive. Enfin on savait que les alcalis caustiques la rongeaient facilement, et qu'elle recevait avec promptitude, et retenait avec force les matières colorantes dont on l'empreignait; de manière à ce qu'elle avait mérité le premier rang parmi les substances à teindre. Les usages extrêmement multipliés auxquels on la destine dans une foule d'arts depuis

un temps immémorial, avaient fait reconnaître toutes les propriétés utiles de la laine ; et la chimie ne l'avait envisagée que sous son rapport le plus général avec toutes les matières animales, sans y rien reconnaître en quelque sorte de spécifique.

13. Le citoyen Berthollet a commencé à s'en occuper en particulier en 1784 et 1785. Il a fait voir que les lessives alcalines caustiques la dissolvaient toute entière, que les acides la précipitaient de cette dissolution ; il a recherché dans cette combinaison le mode d'action que les alcalis exerçaient sur les substances animales, et il s'en est spécialement servi pour faire connaître l'énergie bien remarquable qui existe entre ces deux matières. C'est ainsi sur-tout qu'il a expliqué l'action de la pierre à cautère sur le corps des animaux. Il a fait voir de plus que le charbon de laine était difficile à brûler comme celui de tous les autres composés animaux ; que la laine, traitée par l'acide nitrique, donnait du gaz azote et de l'acide oxalique avec une matière graisseuse.

Le citoyen Chaptal, en appliquant cette dissolution de la laine dans les alcalis aux procédés des manufactures de draps, l'a présentée comme un savon très-utile pour ces manufactures, et très-propre pour remplacer celui qui était fabriqué avec de l'huile végétale. On a de plus considéré la laine comme un très-mauvais conducteur du calorique, et l'on a expliqué par là comment, en retenant celui qui s'exhale de nos corps, elle formait les vêtemens les plus chauds et les plus propres à tempérer les rigueurs des hivers.

14. A ces premiers faits, résultat immédiat des considérations dues aux progrès de la chimie moderne, je dois ajouter ce que j'ai vu de plus sur la nature de la laine. L'inaction complète qu'elle éprouve de la part de l'eau même tenue longtemps bouillante en contact avec elle, l'espèce d'inaltérabilité dont elle jouit quand elle est conservée dans un lieu bien sec et assez aéré, la fusion qu'elle éprouve quand on la chauffe,

la grande quantité d'huile épaisse qu'elle fournit à la distillation, le peu d'action qu'exercent les acides sur elle, la vive impression qu'elle reçoit des alcalis, la proportion considérable de matière graisseuse qu'elle donne quand on la traite par l'acide nitrique, l'adhérence forte qu'elle contracte avec les matières colorantes, me l'ont fait envisager comme une substance très-hidrogénée, demi-huileuse; le suint qui l'impregne sur le corps du mouton, et dont on ne la débarrasse que par des lavages en savon ou un peu alcalins, en est encore une preuve. Dans tous les cas où l'art parvient à en séparer l'azote, elle se réduit promptement à l'état huileux. Ainsi, quand l'acide nitrique la jaunit, et en dégage ce principe en gaz, une grande quantité d'huile graisseuse nage à sa surface, tandis que le reste de sa substance passe à l'état d'acide carbonique. Ainsi, lorsqu'on la traite par les alcalis fixes caustiques en lessives concentrées, et sur-tout à l'aide de la chaleur, il s'en dégage de l'ammoniaque formée par l'union de son azote avec un peu d'hidrogène; et ce qui reste uni aux alcalis est un corps huileux, constituant avec eux un composé savonneux.

15. Ces notions, tirées des connaissances les plus modernes de la science, expliquent tous les phénomènes et toutes les propriétés que présente la laine dans les usages si fréquens et si avantageux auxquels elle est sans cesse consacrée. La chaleur qu'elle donne comme vêtement ou couverture, son impénétrabilité par l'eau, sa belle coloration, la durabilité et la solidité de ses teintures, sa destruction par les alcalis, la facilité avec laquelle la graisse et les huiles la pénétrent, l'extension des taches qui s'y forment, l'usage même qu'elle a, et les fonctions qu'elle remplit chez les animaux qui en sont couverts, et que nous en privons pour nous revêtir; l'huile adhérente et fétide, le suint dont elle est imprégnée sur le corps des moutons; la manière dont elle les préserve de la pluie, et de l'eau qui leur est si nuisible; sa combustion lente, son

jaunissement et la perte de sa ténacité qu'elle éprouve par une longue exposition à l'air, en absorbant peu à peu son oxigène, et en perdant une partie de son hidrogène ; tout ce qui tient en un mot à ses caractères, à sa formation, à son emploi, à ses propriétés si variées, à sa destruction, devient clair et facile à concevoir par la détermination précise de sa nature et de sa composition.

E. *Du musc.*

16. Le musc, substance assez généralement connue par son odeur forte et son grand usage dans les parfums, est une sorte de résine ou de corps extracto-résineux venant d'une espèce de mammifère ruminant, nommé par Linné *moschus moschiferus*, et qu'on appelle chevrotin dans la nomenclature française d'histoire naturelle. Cet animal, de la forme du chevreuil, ayant de longues dents canines sortant de la bouche à la mâchoire supérieure, ayant le pélage brun, taché de blanchâtre ou de fauve, porte une bourse située vers le nombril, dans laquelle est renfermé le musc. Il habite le Thibet et la grande Tartarie ; on le chasse pour en avoir le parfum, qu'on vend avec la poche qui le contient. Il est assez rare que cette matière soit livrée pure, sans addition ou sans sophistication dans le commerce. Comme son odeur est excessivement forte, et qu'il suffit qu'il reste un peu de la matière du musc pour qu'elle soit très-marquée, on y ajoute des résines mêlées de diverses espèces de suif ; et c'est pour cela qu'il est très-difficile de connaître ses véritables caractères ou propriétés chimiques.

17. Le musc pur est en grumeaux secs, gras sous les doigts, d'une couleur brune, d'une saveur amère, un peu âcre, d'une odeur très-forte, assez semblable à des fragmens de sang coagulé et desséché. On préfère celui du Thibet à celui qu'on recueille quelquefois en Russie et en Sibérie ; il est aussi beau-

coup plus cher. Cartheuser dit que ce corps concret est composé de particules déliées, très-mobiles, huileuses, volatiles et odorantes, attachées en quelque sorte à une substance fixe gommo-résineuse. On sait, par plusieurs expériences de physique, quelle est la singulière subtilité de cette matière odorante. Un seul demi-décigramme de musc répand une odeur forte et tenace pendant plusieurs années dans un grand espace, et peut imprégner fortement cinq hectogrammes ou deux mille fois son poids d'une poussière inodore. L'eau et l'acool se chargent également de ce corps odorant. Quoique le musc entier soit inflammable et semble être de nature résineuse, il paraît que la matière gommeuse ou extractive y surabonde, puisque Neuman en a retiré près d'un tiers par l'eau, et un soixantième seulement par l'alcool : il paraît encore que le musc contient de l'ammoniaque ou est très-disposé à en fournir, puisqu'en le traitant avec de la potasse il s'en exhale une vapeur très-sensible.

18. Quoique l'analyse du musc ne soit rien moins qu'exacte, on voit, d'après le peu de faits qu'on a recueillis jusqu'ici, que cette matière est un corps résineux contenant une huile très-volatile et très-odorante, et combiné avec une substance extractive, plus une certaine quantité de matière saline. Cette notion suffit pour faire concevoir ses propriétés médicinales, sa qualité exaltée, sa forte et tenace odoration. On le range parmi les médicamens toniques, antispasmodiques, cordiaux, échauffans, etc. On le donne fréquemment, soit pur, soit mêlé à diverses substances qui jouissent de la même propriété. On l'administre quelquefois dissous dans l'alcool. Son grand usage a lieu dans la préparation des parfums ; on le mêle avec l'ambre gris, la civette et beaucoup d'autres matières odorantes : on le fait entrer dans des compositions balsamiques, onguentacées, liquides, solides, pulvérulentes et sous des formes prodigieusement variées. C'est un des ingrédiens les plus utiles dans l'art du parfumeur.

F. *De la civette.*

19. La civette est une matière fort analogue au musc, qu'on tire de deux espèces de petits mammifères ou quadrupèdes qui portent le même nom, et dont le genre est appelé en latin *viverra*. Ces animaux, voisins des chats et des chiens, sont caractérisés par une tête longue comme ces derniers, quatre ou cinq molaires de chaque côté, la langue rude, les ongles demi-rétractiles, la queue longue, les intestins courts, un petit cœcum et spécialement une poche sous l'anus, qui contient la matière unguentacée, nommée civette. De ces deux animaux, l'un est la civette proprement dite *viverra civeta*, d'un pélage gris, taché de brun, ayant la queue d'une couleur uniforme et vivant en Afrique : l'autre, qui habite l'Arabie et les Indes, a le corps cendré, ondé de noir, et la queue marquée d'anneaux de ces deux couleurs. On préfère cependant la civette provenant de cette dernière espèce à celle qu'on retire de la première.

20. La civette bien choisie est une substance épaisse comme un onguent, d'un jaune pâle, de la consistance du miel ou du beurre, d'une saveur un peu âcre, et d'une odeur aromatique très-forte, moins agréable néanmoins que celle du musc, quoiqu'elle s'en rapproche sensiblement. On dit que ce suc gonfle les vésicules situées près de l'anus, irrite l'animal, qui se frotte contre des arbres et des pierres, et qui y laisse ainsi des traces qu'on enlève avec soin : mais il est plus vraisemblable qu'on le recueille dans les poches même avec une cuiller, après avoir gardé l'animal enfermé, et l'avoir plus ou moins apprivoisé. Il faut remarquer que ce suc récent est blanchâtre, et que gardé il jaunit et brunit au bout de quelque temps. En comparant la civette au musc, soit pour ses propriétés, soit pour sa nature, les auteurs de matière médicale et d'histoire naturelle ont observé que la première excitait plus de dégoût et même des nausées : au reste, son usage nul en médecine

depuis long-temps, est beaucoup moins fréquent dans les parfumeries que celui du musc. Cela vient en grande partie de la rareté de cette substance odorante, et du prix excessif auquel elle s'est élevée.

G. *Du castoréum.*

21. Le castoréum est une matière animale résino-extractive et odorante, analogue au musc et à la civette. On la trouve dans deux poches membraneuses situées dans les aines du castor, espèce de mammifère rongeur, à dents incisives prolongées, sans dents canines, et bien caractérisé par sa queue platte couverte d'écailles, à la manière des poissons. Cet animal, qui habite les bords des grands fleuves solitaires dans la Pologne, la Russie, la Sibérie, le Canada, la Nouvelle-Angleterre, qui existait autrefois en France sur les bords du Rhône, et en Allemagne sur ceux du Rhin, est cité spécialement pour l'industrie avec laquelle il construit des espèces de bâtimens à plusieurs étages et à double issue au-dessus des eaux, pour son travail en société, pour ses magasins d'hiver; sa construction est en pilotis et avec le mortier.

22. Le castoréum récemment extrait de l'animal a la consistance du miel, une saveur âcre, amère et nauséabonde, et une odeur forte qu'il perd par la dessiccation qu'il éprouve. Il se résinifie par son exposition à l'air. Quand on le distille récent avec de l'eau, il fournit de l'huile volatile; et l'eau qui se vaporise entraîne presque toute son odeur avec l'huile qu'elle dissout. L'alcool distillé, au lieu d'eau, n'acquiert presque pas d'odeur; ce qui prouve le peu de volatilité et de ténuité de son huile odorante. L'un et l'autre de ces liquides employés successivement comme dissolvans enlèvent, le premier, une sorte de résine très-colorée et odorante, le second, un mucilage animal gélatineux : quand on évapore lentement la dissolution aqueuse, qui se trouble et se recouvre d'huile par le refroidissement, on en obtient des cristaux salins. La dissolution

alcoolique donne un résidu rouge, brun, extracto-résineux ; l'éther en fournit un plus résineux, plus inflammable. Quand on mêle à l'eau l'une et l'autre de ces deux dernières dissolutions, il se forme un précipité, qui prend, en se rassemblant, une consistance molle, onctueuse, sans devenir cassante par la dessiccation, qui se liquéfie par la chaleur, qui donne une huile volatile, odorante par la distillation. Cette matière huileuse, concrescible, se rapproche singulièrement de celle qui existe dans la bile, lorsqu'elle est séparée par les acides. Il est presqu'inutile d'observer que le castoréum entier donne, par la distillation à la cornue, les mêmes produits que toutes les substances animales.

23. Quoique l'analyse de cette matière soit fort éloignée de l'exactitude desirable, quoiqu'il soit bien difficile d'espérer qu'on parvienne à cette exactitude, en raison de l'incertitude qui existe presque toujours sur la pureté du castoréum et des mélanges de résines, de gommes-résines et de graisses qu'on y ajoute ou qu'on y substitue pour le sophistiquer: ce que Neumann, Cartheuser, les citoyens Thouvenel et Bouillon-Lagrange ont fait sur le castoréum suffit néanmoins pour faire regarder cette matière comme un mélange d'une résine, d'une sorte de corps adipocireux, d'une huile volatile, d'une matière extractive colorante, d'une substance gélatineuse d'un sel. Il faut en distinguer le suc plus gras et plus huileux qu'on trouve dans les deux petites poches accessoires qui sont placées au-dehors des deux grandes bourses remplies de vrai castoréum : Il y a lieu de croire que la gélatine qu'on extrait de celui-ci par l'ébullition vient des lames membraneuses qui forment le tissu parenchymateux et folliculeux des parois de ces bourses.

24. On n'emploie le castoréum qu'en médecine. Quoique la saveur désagréable, l'odeur rebutante et la propriété nauséabonde de cette substance en rendaient souvent difficiles l'admission et le premier séjour dans l'estomac, les médecins ont

reconnu de très-importantes et de très-utiles vertus dans ce médicament. Il est éminemment antispasmodique ; il est très-avantageux dans les affections vaporeuses, hystériques, hypocondriaques ; on lui trouve aussi une propriété stimulante. On le combine avec succès à l'opium, qui diminue en lui cette dernière propriété irritante. Les essais du citoyen Thouvenel apprennent qu'on peut le donner à beaucoup plus forte dose qu'on ne l'avait fait jusqu'à lui. Moins énergique que le musc, il lui est préférable dans un grand nombre de cas. On le donne rarement seul et sous forme sèche ; on le prescrit le plus souvent en dissolutions alcoolique et éthérée, qu'on nomme *teintures* de castoréum. Il entre dans un grand nombre de préparations officinales.

H. *De l'ambre gris.*

25. L'ambre gris est une substance huileuse concrète, très-odorante, d'une consistance molle et tenace comme de la cire, susceptible de se ramollir par la chaleur des doigts, d'une couleur grise, quelquefois rousse ou brunâtre, marquée de taches jaunes ou noires, dont l'odeur devient beaucoup plus forte et suave, lorsqu'on le chauffe ou lorsqu'on le frotte. Il est en masses irrégulières, de forme très-variée, le plus souvent arrondies, composé de couches diverses et de différentes épaisseurs, souvent réunies et aglutinées de manière à avoir des volumes considérables. On en a trouvé des morceaux du poids de cent myriagrammes. L'ambre gris a été manifestement liquide, puisqu'on y trouve différentes productions marines plongées et enveloppées de toutes parts. On le voit flottant le plus souvent sur l'eau de la mer, près des îles Moluques, de Madagascar, de Sumatra, sur les côtes de Coromandel, du Brésil, sur celles d'Afrique, de la Chine et du Japon. Quand on le brise, on le voit formé d'espèces d'écailles qui se détachent. Il est insipide ; s'il est très-pur, il se fond sans offrir

de bulles ni d'écume, lorsqu'on le fait chauffer dans une cuiller d'argent sur la flamme d'une bougie; il nage sur l'eau ; il n'adhère point aux aiguilles de fer rougies, avec lesquelles on le pique et qui le traversent en le fondant. Celui qui s'éloigne de ces propriétés n'est pas pur, et contient souvent des corps résineux étrangers avec lesquels on l'a mélangé.

26. Les naturalistes, en comparant les différens morceaux d'ambre gris les uns aux autres, ont distingué plusieurs variétés de cette substance. Wallerius a reconnu et caractérisé les six suivantes :

a. Ambre gris taché de jaune ;

b. Ambre gris taché de noir ;

Ces deux premières variétés sont les plus précieuses et les plus recherchées.

c. Ambre blanc d'une seule couleur ;

d. Ambre jaune d'une seule couleur ;

e. Ambre brun d'une seule couleur ;

f. Ambre noir d'une seule couleur.

Au reste, toutes ces variétés sont dues au mélange de quelques substances étrangères. On pourrait les multiplier beaucoup, si l'on avait égard aux divers corps étrangers qui se rencontrent renfermés dans l'ambre gris ; mais il n'y a aucune utilité à faire ces distinctions, qui n'indiquent rien de constant et de régulier dans la substance qu'elles représentent.

27. Les minéralogistes et les naturalistes en général ont eu beaucoup d'opinions différentes sur l'origine de l'ambre gris. La plupart l'ont regardé comme un bitume, comme une huile minérale, comme un pétrole sorti des rochers, épaissi par les rayons du soleil et par un long contact d'eau salée.

Plusieurs ont pensé qu'il provenait d'excrémens d'oiseaux qui mangeaient des herbes odoriférantes.

Quelques-uns y ont vu des écumes rendues par les veaux marins ; d'autres, des excrémens de crocodiles.

Pomet et Lémery ont pensé qu'il était formé par un mélange

de cire, et de miel cuit par le soleil et altéré par les eaux de la mer. Formey, de l'académie de Berlin, en adoptant cette opinion de deux naturalistes français, a essayé de la confirmer par une expérience positive. Il a fait digérer au soleil un mélange de cire et de miel, et il dit en avoir retiré un produit d'une odeur très-suave et très-analogue à celle de l'ambre.

Quelques auteurs anglais ont pris l'ambre gris pour un suc animal déposé dans des poches placées vers la naissance de l'organe génital de la baleine mâle; il en est qui ont pensé que ce suc se formait dans la vessie urinaire de ce testacé.

Enfin le docteur Swediaur, d'après une inspection attentive d'un grand nombre de morceaux d'ambre, et d'après le récit de plusieurs voyageurs et pêcheurs de baleine qui l'ont assuré qu'on trouvait souvent ce produit parmi les excrémens du cachalot, nommé *physeter macrocephalus*, ou dans les intestins de cet animal, a prouvé que l'ambre se formait dans le canal alimentaire de ce cétacé, le même qui fournit le blanc de baleine. Son opinion est fondée, 1°. sur ce que les pêcheurs trouvent souvent de l'ambre dans ce cachalot; 2°. parce que ce suc est commun dans les parages qu'habite cet animal; 3°. parce que le seiche, *sepia octopus*, dont il se nourrit, habite les mêmes lieux; 4°. parce que les taches noires qu'on trouve si souvent dans l'ambre, ne sont que les becs de cette seiche, le plus commun des corps qui existent renfermés dans cette concrétion; 5°. enfin parce que les excrémens de plusieurs mammifères, sur-tout ceux des bœufs, des porcs, etc., exhalent souvent une odeur analogue à celle de l'ambre gris, lorsqu'on les garde pendant quelque temps. Ainsi le résultat des recherches du docteur Swediaur est d'accord avec l'opinion des Japonais et de Kempfer, qui regardaient l'ambre comme un excrément de la baleine.

28. L'ambre gris, en se comportant comme une matière résineuse, donne aussi quelques produits analogues à ceux des

bitumes ; et c'est pour cela que Geoffroy, Neumann, Grim et Brow l'ont rangé parmi ces corps ; ils disent en avoir retiré en effet une liqueur acide, un sel acide concret, de l'huile et un résidu charbonneux : mais ces produits ne suffisent pas pour décider la nature d'un corps bitumineux, et ils appartiennent à beaucoup d'autres substances que des bitumes. L'ambre gris est en grande partie dissoluble dans l'alcool et dans l'éther. Cette dissolution est précipitée par l'eau, comme celle des résines ; cette propriété est différente de l'insolubilité presque absolue des bitumes dans ces liquides. On n'a examiné encore ni l'action des acides, ni celle des alcalis sur l'ambre gris ; et en général c'est une des substances dont les chimistes se sont le moins occupés encore, et dont il serait cependant assez important qu'ils entreprissent une analyse exacte. Il serait utile de savoir quelle espèce d'acide on obtient de sa distillation, s'il ne contient pas une matière huileuse concrète analogue à celle qui existe dans la bile, etc.

29. On regarde en médecine l'ambre gris comme stomachique, cordial, antispasmodique. On cite même des effets presque surprenans de cette substance dans les maladies convulsives les plus atroces, tels que le tétanos, l'hydrophobie. Il est spécialement compté aussi parmi les aphrodisiaques les plus puissans. On le donne en substance ou en *teinture* alcoolique. Il y a des individus qui sont si sensibles à son effet qu'ils ne peuvent en supporter l'action et même l'odeur. Il est fort employé dans les parfums, dont il est une des bases les plus fréquentes et les plus abondantes. On le mêle presque toujours avec le musc, qu'il a la propriété d'atténuer et d'adoucir en rendant son odeur sensiblement plus suave et plus agréable qu'elle ne l'est naturellement. On sait qu'il en faut très-peu pour parfumer de grandes surfaces et pendant un temps très-long, que c'est une des substances dont les physiciens se sont servis pour prouver la divisibilité de la matière, quoiqu'à cet égard il le cède beaucoup au musc.

I. *Du blanc de baleine.*

30. Le nom de blanc de baleine, souvent remplacé autrefois par les mots plus ridicules de *sperma ceti*, est donné à une substance huileuse concrète, blanche, brillante et cristalline, qu'on retire de la tête de l'espèce de cachalot nommé par Linné *physeter macrocephalus*, le même qui fournit l'ambre gris. Cette espèce de cétacé, très-caractérisée par sa grosse tête, ses dents droites et pointues, une tubérosité remplaçant la nageoire dorsale, sa longueur de vingt mètres, dont la tête fait seule plus de la moitié, a le dessus du crâne couvert d'un cartilage au lieu d'os, et contient dans des cavités séparées de celle du cerveau, qui est extrêmement petite, la substance particulière dont je parle. Ce n'est donc ni le sperme d'une baleine, ni la matière médullaire cérébrale comme beaucoup d'auteurs l'avaient avancé. C'est une huile qui environne la pulpe du cerveau de cet animal, lequel habite particulièrement les mers des pays chauds.

31. Quand on a extrait le blanc de baleine de la tête du cachalot, il se trouve mêlé avec une certaine quantité d'huile qu'on en sépare à l'aide de la presse. Il paraît que la même matière est tenue en dissolution dans la graisse huileuse de tous les cétacés en général; car l'huile qu'on obtient de ces animaux, et que les pêcheurs de baleines portent dans le commerce sous le nom général d'huile de poisson, dépose constamment dans les vaisseaux où on la conserve une plus ou moins grande quantité de cette matière concrète; et c'est ainsi qu'on en retire dans les ateliers où l'on purifie ces huiles par leur seul séjour dans des réservoirs. Il paraît encore que cette matière est un des produits les plus généraux du corps des animaux marins, puisque l'huile qu'on extrait du foie et de plusieurs autres parties de quelques espèces de poissons, donne également, et par le seul repos, la même

substance, qui s'en sépare à l'aide d'une véritable cristallisation. On verra bientôt que sa production est en effet un des phénomènes les plus constans des matières animales en général.

32. Le blanc de baleine, purifié par des fusions, des cristallisations et des pressions successives, est cristallisé en lames blanches, brillantes, argentées ; il a une odeur particulière, fade et sauvagine qu'il ne faut pas confondre avec la rancidité. Il s'écrase facilement entre les doigts en une poussière blanche, lamelleuse, grasse et onctueuse, qui est brillante comme des feuillets de stéatite. Il se fond plus vîte et à une température plus basse que la cire, mais un peu moins facilement que la graisse commune. Lorsqu'on le jette sur des charbons allumés, il s'enflamme et brûle uniformément sans pétillement et sans répandre de mauvaise odeur ; sa flamme est très-claire et vive : aussi on en fait des chandelles, préférées à toutes les autres dans les pays où cette matière est commune. Le blanc de baleine fondu ne tache point les étoffes sur lesquelles il tombe ; on le détache aisément par le seul frottement ; il se sépare en poussière.

33. Quand on distille le blanc de baleine à la cornue, on ne le décompose qu'avec beaucoup de difficulté ; lorsqu'il est fondu et bouillant il passe presque tout entier et sans altération dans le récipient ; il ne donne ni eau, ni acide sébacique ; ses produits n'ont pas l'odeur forte de ceux des graisses. Cependant une partie de ce corps graisseux est déja dénaturée, puisqu'elle est à l'état d'huile liquide ; et si on le distille plusieurs fois de suite, on parvient à l'obtenir complétement huileux, liquide et inconcrescible. Malgré l'espèce d'altération qu'il éprouve dans ces distillations répétées, le blanc de baleine n'a point acquis encore plus de volatilité qu'il n'en avait, et il faut, suivant le citoyen Thouvenel, le même degré de chaleur pour le volatiliser que dans la première opération. L'huile dans laquelle il se convertit n'a pas non

plus l'odeur vive et pénétrante de celles qu'on retire des autres matières animales traitées de la même manière. La distillation du blanc de baleine avec l'eau bouillante, d'après le chimiste déja cité, n'offre rien de remarquable ; l'eau de cette espèce de décoction est un peu louche ; filtrée et évaporée elle donne un peu de matière muqueuse et amère pour résidu. Le blanc de baleine traité par l'ébullition dans l'eau devient plus solide et plus soluble dans l'alcool qu'il ne l'est dans son état naturel.

34. Exposé à l'air, le blanc de baleine devient jaune et sensiblement rance ; quoique sa rancidité soit plus lente que celle des graisses proprement dites, et quoique son odeur soit alors moins sensible que dans ces dernières, en raison de celle qu'il a dans son état frais, ce phénomène y est cependant assez marqué pour que les médecins aient fait observer qu'il fallait en rejeter alors l'emploi. Il se combine avec le phosphore et le soufre par la fusion ; il n'agit point sur les substances métalliques.

Les acides nitrique et muriatique n'ont aucune action sur lui. L'acide sulfurique concentré le dissout en modifiant sa couleur, et l'eau le sépare de cette dissolution comme elle précipite le camphre de l'acide nitrique ; l'acide sulfureux le décolore et le blanchit ; l'acide muriatique oxigéné le jaunit et ne le décolore pas quand il a pris naturellement cette nuance.

Les lessives d'alcalis fixes s'unissent au blanc de baleine liquéfié, en le mettant à l'état savonneux ; cette espèce de savon se sèche et devient friable ; sa dissolution dans l'eau est plus louche et moins homogène que celle des savons communs.

Bouilli dans l'eau avec l'oxide rouge de plomb, le blanc de baleine forme une masse emplastique dure et cassante.

35. Les huiles fixes se combinent promptement avec cette substance graisseuse à l'aide d'une douce chaleur ; on ne peut pas plus la séparer de ces combinaisons que les graisses et la

cire. Les huiles volatiles dissolvent également le blanc de baleine, et mieux même qu'elles ne font les graisses proprement dites. L'alcool le dissout en le faisant chauffer ; il s'en sépare une grande partie par le refroidissement, et lorsque celui-ci est lent le blanc de baleine se cristallise en se précipitant. L'éther en opère la dissolution encore plus promptement et plus facilement que l'alcool ; il l'enlève même à celui-ci, et il en retient une plus grande quantité. On peut aussi faire cristalliser très-régulièrement le blanc de baleine, si, après l'avoir dissous dans l'éther à l'aide de la chaleur douce que la main lui communique, on le laisse refroidir et s'évaporer à l'air. La forme qu'il prend alors est celle d'écailles blanches, brillantes et argentées comme l'acide boracique, tandis que le suif et le beurre de cacao traités de même ne donnent que des espèces de mamelons opaques et grouppés, ou des masses grenues irrégulières.

36. Si les faits que je viens de décrire annoncent que le blanc de baleine est une substance très-particulière, et qu'il peut être regardé comme étant aux huiles fixes ce qu'est le camphre aux volatiles, tandis que la cire paraît être aux premières ce que la résine est aux secondes, ils font voir en même temps que l'usage médicinal de ce corps ne mérite pas tous les éloges qu'on lui prodiguait autrefois dans les affections catharrales, les ulcères des poumons, des reins, les péripneumonies, etc. A plus forte raison est-il ridicule de le compter parmi les vulnéraires, les balsamiques, les détersifs, les consolidans, vertus qui d'ailleurs sont elles-mêmes le produit de l'imagination. Le citoyen Thouvenel en a examiné avec soin les effets dans les catharres, les rhumes, les rhumatismes goutteux, les toux gutturales, où on l'a beaucoup vanté, et il n'a rien vu qui pût autoriser l'opinion avantageuse qu'on en avait conçue. Il n'en a pas vu davantage dans les coliques néphrétiques, les tranchées des femmes en couche, dans lesquelles on l'avait beaucoup recommandé. Il

l'a cependant observé sur lui-même en prenant ce médicament à la fin de deux rhumes violens, à une dose presque décuple de celle qu'on a coutume d'en prescrire ; il a eu constamment une accélération du pouls et une moiteur sensible. Il faut observer qu'en restant dans le lit, cette seule circonstance, jointe au dégoût que ce médicament inspire, a pu influer sur l'effet qu'il annonce. Aussi plusieurs personnes à qui il l'a donné à forte dose, ont-elles eu des pesanteurs d'estomac et des vomissemens, quoiqu'il ait eu le soin de faire mêler le blanc de baleine fondu dans l'huile avec le jaune d'œuf et le sirop, en le réduisant ainsi à l'état d'une espèce de crême. Il n'a jamais retrouvé ce corps dans les excrémens, ce qui prouve qu'il était absorbé par les vaisseaux lactés, et qu'il s'en faisait une véritable digestion.

37. Il faut remarquer, par rapport au blanc de baleine, qu'ayant trouvé une substance analogue dans les calculs biliaires, dans les déjections bilieuses de plusieurs malades, dans le parenchyme du foie desséché long-temps à l'air, dans les muscles putréfiés au sein des eaux et des terres humides, dans les cerveaux conservés au fond de l'alcool, et dans plusieurs autres circonstances que j'ai déja citées ailleurs, j'en ai conclu que cette matière, beaucoup plus fréquente et beaucoup plus abondante dans les composés animaux qu'on ne l'avait prévu ni même soupçonné, était un des produits les plus constans, les plus ordinaires même de ces composés altérés ; qu'elle méritait conséquemment de fixer l'attention des anatomistes, des médecins, des phisiologistes et des chimistes ; qu'il était nécessaire de la caractériser par un nom propre à la distingner de tous les autres substances analogues. C'est dans cette intention que j'ai proposé de la nommer *adipocire*, parce qu'elle semble tenir le milieu entre la graisse et la cire, sans être cependant ni l'une ni l'autre. Sa formation et sa séparation jouent un assez grand rôle dans l'économie animale, soit qu'on la considère comme production naturelle dans les

cétacés, soit qu'on l'envisage comme produit d'une altération morbifique ou septique dans l'homme et les autres animaux.

K. *Des bézoards.*

38. Les bézoards sont des concrétions calculeuses que l'on trouve dans les intestins de plusieurs quadrupèdes. Il n'en est presque aucun qui soit exempt de cette espèce de maladie. Les chevaux y sont très-sujets, et leurs concrétions intestinales sont souvent d'un volume extraordinaire ; on en trouve quelquefois plusieurs, que les frottemens ont usées et qui présentent des faces triangulaires. On en rencontre même dans les animaux les plus sauvages, et on conserve dans les cabinets précieux des bézoards énormes d'éléphant, de rhinocéros et d'hippopotame. On faisait autrefois un grand cas des bézoards de porc-épic ; on en voit quelques-uns de suspendus dans des sphères de filigrane d'argent parmi les collections de matière médicale.

39. Quoiqu'on ait distingué les bézoards orientaux et les occidentaux ; quoiqu'on ait attaché aux premiers un prix beaucoup plus considérable qu'aux seconds ; quoiqu'enfin cette distinction même ait prouvé qu'on admettait plusieurs espèces de bézoard, les plus fréquens et les plus employés étaient ceux qui se trouvaient dans les intestins d'une espèce de chèvre qui habite les montagnes de l'Asie. Cet animal, *capra ægagrus* de Linné, qui paraît être la souche principale de la chèvre domestique et de celle d'Angora, est bien caractérisé par son poil roux, sa queue courte et noire, et ses grandes cornes noueuses. Mais il faut être prévenu que malgré l'opinion de tous les auteurs de matière médicale qui ont spécialement recommandé ce bézoard, on en a presque toujours employé plusieurs espèces indifféremment, à l'époque où l'art attribuait de grandes vertus à cette concrétion animale.

40. On n'a point d'analyse exacte des bézoards orientaux :

mais s'il est permis de croire à une analogie que tout annonce être exacte, il paraît que ces concrétions intestinales, qui ont toutes pour base ou pour noyaux quelques matières végétales arrêtées dans les intestins, sont constamment formées de phosphate ammoniaco-magnésien plus ou moins pur, ou plus ou moins mêlé d'extrait et de matière végétale colorante. C'est cette dernière matière étrangère qui donne aux bézoards leur couleur verte, variée, leurs taches de diverses nuances, leur odeur forte ou aromatique quand on les frotte, quand on les pulvérise ou quand on les chauffe. Ceux des bézoards, sur-tout parmi les occidentaux, que j'ai trouvés formés de phosphate de chaux, paraissent avoir appartenu aux calculs de la vessie. Daubenton a remarqué que l'enduit brun ou doré que l'on trouve sur les molaires des ruminans était de la même nature que les bézoards qui se forment dans leurs intestins; et l'on peut croire que la matière qui constitue ces dépôts se trouve en dissolution dans ses sucs digestifs.

41. Il ne faut pas confondre avec les bézoards naturels les bézoards artificiels que l'on fabrique avec des terres mélangées d'un peu de colle, et imprégnées d'ambre gris, de musc ou de civette. Les idées exagérées qu'on avait autrefois sur les vertus de ces concrétions avaient engagé quelques droguistes à les imiter par l'art. On les distingue facilement des vrais bézoards, en ce qu'ils ne sont pas formés de couches concentriques régulières comme ceux-ci, en ce que ces couches ne contiennent pas les cristaux lamelleux ou aiguillés ou spathiques qui constituent les couches des bézoards naturels, enfin en ce que leur nature chimique est entièrement différente.

ARTICLE XXIX.

De quelques matières particulières aux oiseaux.

1. Quoique les oiseaux forment une classe très-nombreuse d'animaux, ils fournissent peu de matières particulières aux arts et à la médecine, si l'on en excepte les espèces très-nombreuses qui servent d'alimens dans les divers lieux qu'elles habitent ou qu'elles traversent, et les ornemens que leurs plumes offrent à presque tous les peuples. Sous ces deux rapports ils ne présentent de remarques qui soient importantes pour les considérations chimiques, que les deux suivantes. La différence de saveur et de parfums de leur chair, suivant les parties du globe qu'ils habitent, et le genre de nourriture qu'ils prennent; celle que l'on trouve à leurs muscles des ailes et du haut du tronc comparés au goût des muscles des cuisses; la seconde doit porter sur la beauté et la variété de couleur de leur plumage.

2. On sait que les oiseaux de proie sont en général durs et coriaces, que les oiseaux aquatiques sont gras et huileux, que les gallinacés sont les plus doux et les plus nourrissans, que dans cette classe d'animaux, comme dans celle des mammifères, on distingue deux espèces de chairs: l'une noire très-sapide, un peu âcre et parfumée, qui existe sur-tout dans les oiseaux qui ont le vol le plus rapide et qui changent le plus souvent de place; l'autre blanche, douce et fade, sans odeur, que l'on rencontre sur-tout dans les gallinacés; que cette différence dépend aussi de celle des alimens que prennent les oiseaux; ceux à chair noire nommé gibier, vivant d'insectes ou de graines aromatiques; ceux à chair blanche, vivant de graines douces et céréales; que l'on communique à leurs muscles, le goût et la qualité qu'on y recherche par des alimens choisis; qu'on influe sur l'abondance de la graisse

et même sur la consistance et la saveur des viscères, notamment du foie, par le genre de nourriture qu'on leur donne ; enfin qu'il y a dans les muscles d'un grand nombre d'oiseaux une différence très-saillante entre ceux des cuisses et ceux des aîles ; les premiers sont d'une couleur rouge ou brune et d'une saveur particulière, ceux des aîles sont blancs et peu sapides. Il paraît que l'organe respiratoire étendu jusque dans les os des aîles et le passage de l'air dans les parties supérieures, sont les véritables causes de cette différence entre les muscles du haut et du bas de ces animaux.

3. Les plumes colorées des plus riches nuances, et formant un des plus beaux ornemens de la nature animée sont, pour le naturaliste et le chimiste, un des problèmes les plus difficiles à résoudre. Ce n'est pas seulement dans l'origine de ces couleurs si multipliées et si diversifiées, dans la cause de leur variation existante jusque dans la continuité des mêmes plumes, que consiste la difficulté de ce problême. Elle existe encore plus forte cette difficulté dans la différence des couleurs qui suit celle des sexes, et spécialement dans celle qui dépend de l'âge des oiseaux, des pays qu'ils habitent et des saisons même qui les font varier. Combien d'erreurs ne sont pas nées dans la distinction des espèces de ces variations de plumage, dépendantes du sexe, de l'âge, du pays et de la saison! Qui dira quelle est la matière qui répand les rubis, les émeraudes, les topazes et les saphirs, ou ce qui brille à la manière des pierres précieuses et des paillettes d'or, sur la robe des oiseaux? A quelle époque la chimie sera-t-elle assez avancée pour pouvoir déterminer avec précision la matière colorante et la formation de cette matière?

4. En attendant que ces grandes questions puissent être agitées avec fruit dans des temps plus heureux, insistons spécialement sur celles des matières formées par les oiseaux qui sont les plus généralement employées et qui méritent par conséquent de fixer plus particulièrement notre attention.

Parmi ces matières nous ne rangerons ni ce qu'on nomme *nids d'alcyons*, matière sèche et gélatineuse qui sert à la construction du nid d'une espèce d'hirondelle et qu'on emploie comme nourriture au Levant, après l'avoir fait bouillir dans l'eau et assaisonnée de différens aromates, ni les *becs de canne* qui servent en Chine à la préparation d'une colle destinée à couvrir les peintures sur papier, ni les *graisses* de divers oiseaux auxquelles on attribuait des vertus particulières, ni le *duvet de cigne* regardé comme spécifique dans les douleurs et les tumeurs cancéreuses, ni les *plumes de perdrix*, etc. qu'on préférait pour brûler sous le nez des femmes nerveuses et hystériques, etc. Je ne compte que quatre substances qui méritent de nous occuper en particulier, soit par quelque propriété très-remarquable, soit par des usages d'une grande importance : ce sont les œufs, les plumes, la fiente, et la membrane stomacale.

A. *Des œufs.*

5. Quoique les œufs de tous les oiseaux aient entre eux une ressemblance presque parfaite dans leur structure générale et leur composition ; quoiqu'ils puissent tous être employés à des usages analogues, ce sont spécialement les œufs de poule que l'on considère en particulier, parce que c'est de cet oiseau, facile à élever, à nourrir, à multiplier, et qui fournit les meilleurs comme nourriture, que l'on prend le plus souvent les œufs pour tous les usages auxquels on les destine. L'œuf de poule est composé de blanc, de jaune, de ligamens qu'on nomme glaire, de la cicatricule, d'une membrane mince intérieure, et d'une coquille solide placée au dehors et servant d'enveloppe à toutes les parties qui en constituent l'ensemble.

6. Le blanc d'œuf, *albumen ovi*, est une matière liquide, visqueuse et gluante, qui enveloppe le jaune et qui forme

deux couches très-distinctes autour de ce dernier. Quoique la viscosité de ce liquide appartienne à sa propre nature, elle est due aussi à une membrane légère, filamenteuse et vasculaire, qui le traverse de toutes parts et le retient dans des espèces de vésicules très-transparentes. Le blanc est d'une saveur fade ; il s'épaissit, devient blanc, opaque et solide par la coction au feu ; il se dessèche en une matière jaune, transparente, cassante et succiniforme, par une chaleur douce et long-temps continuée. Cette coagulation, cette solidification par le feu offrent le caractère le plus prononcé du blanc d'œuf, et c'est son existence dans plusieurs matières animales liquides, comme le serum du sang, etc. qui les a fait nommer liqueurs albumineuses. Le blanc d'œuf le plus frais verdit les couleurs bleues végétales ; il se dessèche à l'air chaud et sec en une lame transparente souvent employée comme vernis sur les tableaux ; il absorbe, par son exposition à l'air, une plus grande quantité d'oxigène que celle qu'il contenait, et une disposition à se cuire, à se durcir plus vîte et plus fortement par le feu ; il se dissout facilement dans l'eau, sauf quelques flocons qui nagent sans se dissoudre, dans le cas où le blanc d'œuf est très-oxigéné. Les acides coagulent ce liquide ; les alcalis le redissolvent en partie ; les dissolutions métalliques le troublent et le précipitent ainsi que l'eau de chaux. Les oxides des métaux le font prendre en coagulum. On y trouve, par une analyse exacte, du muriate de soude et du phosphate de chaux et une très-petite portion de soufre qui s'en dégage, pendant la cuisson, en gaz hidrogène sulfuré.

7. Le jaune d'œuf, *vitellus ovi*, est aussi une espèce de matière albumineuse soluble dans l'eau froide, coagulable par la chaleur et par les acides, qui de plus contient une substance colorante encore peu connue et qui pourrait bien être du fer, et une certaine quantité d'huile douce qu'on voit suinter de ce jaune durci et chauffé et qu'on en extrait par la presse : cette huile d'œuf est préparée en pharmacie

et employée en médecine comme un topique adoucissant et relâchant. Sa présence dans le jaune établit une analogie remarquable entre les semences des végétaux et les œufs. C'est à elle qu'est due la forme émulsive que le jaune d'œuf prend lorsqu'on le bat avec de l'eau, ou l'émulsion animale qu'on nomme lait de poule.

8. Les ligamens ou chalazes, *chalazæ*, qu'on nomme glaires, et qui suspendent les parties intérieures de l'œuf, sont une espèce de cordon albumineux plus solide que le blanc, plus près au moins de l'état concret, qu'on croit par conséquent plus oxigéné. La cicatricule est posée sur le jaune et se présente toujours vis-à-vis du trou que l'on fait à la coquille, de quelque manière qu'on puisse placer l'œuf, parce qu'elle est posée sur la partie la plus mince du jaune traversée par le ligament autour duquel ce jaune tourne comme sur un axe ; elle contient le rudiment du corps de l'oiseau, qui ne fait que recevoir le mouvement par l'incubation, et qui se développe par l'effet de ce mouvement ; on ne connaît pas la nature chimique de la cicatricule, et on n'a pas même pu l'analyser en particulier.

9. La membrane intérieure de l'œuf, qui enveloppe le blanc et le jaune, et qui est collée à la surface intérieure de la coquille, est, comme toutes les autres membranes animales, une matière gélatineuse qui se fond dans l'eau bouillante. Malgré son tissu dense et serré, elle laisse transpirer manifestement des fluides élastiques et des vapeurs du dedans au-dehors et du dehors au-dedans de l'œuf : c'est par là qu'on peut expliquer et la perte du poids que l'œuf éprouve quand on le conserve à l'air sec, et l'action que les vapeurs âcres ou délétères exercent sur le poulet qui y est renfermé. Les anatomistes sont parvenus à injecter cette membrane et à prouver ses communications avec le tissu du blanc. La coquille, formée de petits corps grenus placés les uns à côté des autres, toute perforée de petits trous et creusée de petits

canaux que l'art de l'injection ou que la transsudation des liquides colorés y fait découvrir, n'est pas seulement composée de carbonate de chaux mêlé de substance gélatineuse comme on l'avait cru pendant long-temps ; elle contient une portion de phosphate de chaux que les acides même faibles dissolvent facilement, parce qu'elle est disséminée dans une grande quantité de carbonate calcaire. Cette coquille solide est déposée à la suite du blanc dans le canal de l'oviducte sur le jaune descendu de l'ovaire, pendant le séjour que ce jaune fait dans le canal. (*Voyez l'article des excrémens.*)

B. *Des plumes.*

10. J'ai parlé, au numéro premier de cet article, de la beauté et de la variété de couleur des plumes. Je vais traiter ici de leur nature appliquée aux principaux usages auxquels elles sont destinées. La plume est en général un tuyau rond, corné, transparent, rempli d'une moelle muqueuse, terminé par une partie solide prismatique, et garni dans cette dernière de barbes placées obliquement sur deux côtés opposés. La différence qui existe entre les plumes, d'après le lieu qu'elles occupent et la fonction à laquelle elles sont consacrées, tient sur-tout à la grosseur relative du canal cylindrique et de la partie solide, de la longueur et de la force des barbes. Les unes, comme les plus petites, ne sont que comme des écailles ou des enveloppes couvrant le corps et garnissant la peau ; les autres, celles des ailes ou de la queue, sont de forts et longs canaux dont la paroi est dure et solide, dont la partie pleine et prismatique est très-prolongée et filée, dont les barbes larges et étendues présentent une surface très-large à l'air ou à l'eau qu'elles sont destinées à frapper. Ces dernières parties, ces barbes, sont elles-mêmes variées, alongées, aplaties, serrées, écartées, simples ou branchues, droites ou frisées, suivant la variété des fonctions qu'elles ont à remplir.

11. La nature des plumes se rapproche singulièrement de celle de la corne en général; au feu elles se fondent, brunissent, fument, exhalent une odeur forte, huileuse et ammoniacale, se boursouflent et finissent par s'enflammer; elles laissent ensuite un charbon ou une cendre brune ou noire, légère, difficile à calciner, peu saline, contenant du phosphate de chaux, peu de carbone et souvent du phosphate de fer; les plumes distillées à la cornue donnent une eau fétide, une huile dense et presque concrète, du carbonate, du prussiate et du zooanate d'ammoniaque, du gaz hidrogène carboné et sulfuré. L'eau bouillante ramollit et finit par dissoudre la matière cornée, et la réduit à l'état gélatineux; les acides et les alcalis la ramollissent et la dissolvent aussi: beaucoup de matières colorantes s'attachent facilement et adhèrent fortement à la surface de la plume et sur-tout de ses barbes. On sait qu'il existe un art ingénieux de teindre les plumes et de leur donner toutes les nuances possibles.

C. *De la fiente d'oiseaux.*

12. Les excrémens des oiseaux ont un caractère très-distinct et des propriétés très-différentes de ce qui appartient à ceux de l'homme et des mammifères. On distingue constamment dans la fiente d'oiseaux deux matières très-remarquables par leurs différences; l'une souvent plus abondante et colorée en vert foncé ou brun, et l'autre blanche et plus sèche que la précédente. En général la fétidité n'est pas aussi forte dans les excrémens des oiseaux que dans ceux des autres animaux. On sait aussi que l'urine, qui n'a pas d'autre issue, coule par le même émonctoire, et qu'elle est très-peu abondante. Enfin on remarque souvent au dehors de la fiente des oiseaux une substance glaireuse, plus ou moins transparente, très-analogue au blanc d'œuf, et qui ne paraît être en effet qu'une surabondance de l'albumine qui tapisse la

partie supérieure de l'oviducte qui est entraînée avec les excrémens.

13. La partie colorée de la fiente d'oiseau est un résidu alimentaire comme celle qui compose la plus grande portion de tous les excrémens; mais la partie blanche est d'une tout autre nature : on lui trouve par l'analyse tous les caractères d'un mélange de carbonate de phosphate de chaux et d'albumine. C'est donc la même substance que celle qui constitue la coquille d'œuf, et il paraît en effet qu'ayant la même origine et le même siége qu'elle, on ne peut y voir que le superflu de ce qui sert à former l'enveloppe concrète et solide des œufs. Il semble que ce genre d'évacuation réponde à celle du phosphate de chaux qui a lieu par les urines dans l'homme, et au dépôt du même sel dans les cornes, les poils et les ongles des mammifères.

14. On sait encore, en agriculture, et dans la pratique de quelques arts, spécialement dans celui du tanneur et de l'hongroyeur, que la fiente de pigeon est une sorte de matière âcre qui forme un engrais chaud et très-actif pour les terres, et un agent très-énergique pour le ramollissement et le débourrement des poils. Le citoyen Vauquelin, dans un premier essai sur la fiente de pigeon, fait dans l'espoir de découvrir la cause de son utilité pour le travail des peaux, a trouvé que cet excrément fermentait avec beaucoup de promptitude et de force, et qu'il contenait un acide assez fort qui lui a paru d'une nature particulière et différente de celle des acides connus. J'ai déja fait remarquer, dans un article précédent, qu'il est assez fréquent de trouver un caractère d'acidité acéteuse dans les excrémens humains : ainsi l'acescence pourra être comptée quelque jour au nombre des propriétés qui appartiennent aux résidus de la digestion.

D. *De la membrane stomacale des oiseaux.*

15. L'intérieur du gésier ou de l'estomac musculeux si robuste des oiseaux granivores, est revêtu d'une membrane ridée, susceptible d'extension, à travers les pores de laquelle filtre une grande quantité de suc gastrique. Cette membrane, qui se sépare facilement de l'organe musculaire sur lequel elle est étendue, jouit de quelques propriétés chimiques qui méritent qu'on la distingue. Outre que, traitée par l'eau bouillante, elle se fond à la manière de tous les tissus blancs, et se convertit en gelée, elle donne à l'eau la propriété de rougir les couleurs bleues, et de congeler le lait : lorsqu'après l'avoir fait sécher on la réduit en poussière, celle-ci jetée dans le lait chaud le fait tourner très-promptement et en sépare la partie caséeuse par la précipitation. Aussi conserve-t-on cette membrane desséchée dans les cuisines et dans les offices pour la faire servir à cet usage.

16. La propriété acidule dont jouit la membrane stomacale des oiseaux paraît être générale dans toutes les parois intérieures de l'estomac des animaux. C'est à elle qu'est dû le fait observé par les physiologistes du lait caillé dans ce viscère quelque temps après qu'il a été pris. Aussi a-t-on prétendu que le suc gastrique est de nature acide, et que la coagulation du lait par la membrane stomacale des oiseaux est produite par la portion du suc gastrique renfermée dans cette membrane.

Les oiseaux granivores et à estomac musculeux ne sont pas les seuls dont la membrane stomacale ait ce caractère. Il paraît qu'il existe dans l'estomac de tous ces animaux, et que celle des oiseaux carnivores ou de proie est absolument de la même nature sous ce rapport. On peut même généraliser encore cette propriété, et regarder tous les estomacs comme compris dans la même classe, relativement à ce caractère acidule.

ARTICLE XXX.

De quelques matières particulières aux reptiles.

1. Les reptiles sont trop peu nombreux en genres et en espèces, et leurs usages sont trop peu multipliés pour qu'il y ait un grand nombre d'objets à placer dans cet article, et pour que les détails relatifs à ces objets doivent être considérables. Je ne connais que six animaux de cette classe qui méritent, de la part des chimistes, quelques considérations particulières, soit d'après les usages auxquels ils servent, soit d'après les propriétés importantes qu'ils présentent, soit même par les dangers dont ils nous menacent, ou par la crainte qu'ils inspirent. Ce sont la tortue, le lézard, le scinque, le crapaud, la grenouille et la vipère: consacrons quelques mots à chacune de ces espèces.

A. *De la tortue.*

2. Quoique le plus grand nombre des espèces de tortues puissent être rangées dans la classe des alimens ou des médicamens adoucisssans et nourrissans; quoique quelques-unes même offrent des mets recherchés, tels que les œufs de la tortue franche: c'est spécialement la tortue d'eau douce ou de terre, qu'on nomme aussi tortue commune ou bourbeuse, *testudo lutaria*, qui est la plus ordinairement employée et la plus utile. S'il n'est pas exact de la regarder comme un médicament précieux, et de lui attribuer la propriété antihectique et antipulmonique, qui la faisait prescrire en bouillons par les médecins français; il est utile de savoir au moins que sa chair constitue une nourriture douce et saine, qu'elle nourrit facilement et abondamment, que les navigateurs y trouvent, dans leur relâche un aliment très-propre à faire disparaître

les affections scorbutiques qui les attaquent si fréquemment ; que quelques peuples en font un usage très-fréquent. Cette chair se réduit facilement en gelée par la décoction dans l'eau ; son bouillon s'aigrit promptement.

3. L'enveloppe de diverses espèces de tortues est une des matières les plus fréquemment et les plus utilement employées sous le nom d'écaille dans les arts. Cette écaille est formée de lames dures et un peu flexibles, plus ou moins épaisses, appliquées étroitement à deux boucliers osseux, soudés à l'épine et aux côtes : celle du dos se nomme *carapace*, et celle du ventre *plastron*. On détache ces lames, on les scie, on les taille, on les tourne, on les polit, on les ramollit, on les courbe, on les moule, on leur donne en un mot une foule de formes très-variées. L'écaille est très-analogue à la corne, son tissu plus dense est susceptible d'un plus beau poli ; sa couleur rouge, brune, souvent tachée et nuée, la rend plus précieuse pour les ustensiles à la fabrication desquels elle est employée. Susceptible de se ramollir par l'eau bouillante, on donne à sa poussière et à ses copeaux, par la fusion au bain-marie et à l'aide de moules, les formes que l'on desire ; on y imprime des dessins, des espèces de bas-reliefs, des gravures en creux ; on lui communique des couleurs variées : c'est ainsi que l'on fabrique les boîtes d'écailles fondues.

B. *Du lézard.*

4. Le genre du lézard, caractérisé par un corps alongé, quatre jambes basses, une queue longue, épaisse à la base et continuée avec le corps, renferme les crocodiles dont on faisait autrefois usage en médecine ; l'iguane, grand lézard d'Amérique, dont la chair est excellente à manger ; le caméléon, célèbre par le changement de couleur de sa peau, dont la fable s'est emparée ; les salamandres, dont l'humeur gluante les a fait regarder comme propres à éteindre le feu et capables

de vivre par conséquent au milieu des brasiers ; enfin le lézard gris et vert, habitant communément nos climats tempérés et les parties chaudes de l'Europe, et le scinque qu'on trouve en Afrique : ces deux derniers méritent une considération particulières, et je les ai distingués sous ce rapport dans la classe des reptiles.

5. Le lézard commun ou le gris, qui loge entre les pierres de nos vieux murs, et qui mange les insectes, est remarquable par sa taille svelte et par la vivacité de sa marche. Sa chair est assez bonne à manger ; et s'il était plus gros, il serait aussi estimé que l'iguane de l'Amérique. On l'a vanté comme une sorte de spécifique dans les maladies de la peau, dans les dartres sur-tout, et même dans les cancers ; on le fait prendre grillé comme nourriture. On a spécialement attribué cette vertu spécifique au lézard vert, remarquable par sa couleur brillante, plus fréquent et plus gros dans les pays chauds de l'Europe que dans les tempérés. Sa chair a une saveur un peu plus forte et sensiblement aromatique. Les médecins sans préjugés ne voient dans l'un et dans l'autre qu'une simple nourriture qui, lorsqu'on la substitue à une autre, est capable de modifier pour quelque temps la nature des humeurs et de faire naître ainsi quelques changemens dans les individus qui en font usage.

C. *Du scinque.*

6. Le scinque, *lacerta scincus*, est un petit lézard d'un blanc argenté, à queue plus courte que le corps, à jambes très-basses, qui habite les lieux secs de l'Afrique. On en a fait long-temps un commerce assez grand avec l'Europe, parce qu'on l'a employé autrefois en médecine. On l'envoyait desséché au soleil et devenu cassant. On lui attribuait une propriété alexitère et sur-tout restaurante. On le faisait entrer dans des bouillons ; on le donnait même en poudre : mais comme on l'associait à plusieurs autres matières aromatiques, âcres et

chaudes, on lui avait accordé des vertus qui n'appartenaient qu'aux médicamens avec lesquels on le prescrivait. Il n'est véritablement que nourrissant comme les lézards ordinaires.

D. *Du crapaud.*

7. Voici encore un reptile dont les préjugés de tout genre se sont comme emparés, et dont ils ont fait à tort un objet de terreur et un sujet médicamenteux. La forme, la couleur hideuse du crapaud, *rana buffo*, l'ont placé parmi les poisons. On a craint sa morsure, sa bave, son urine et sa transpiration. Aucune de toutes ces craintes n'a de fondement réel. Il n'est pas plus vrai qu'il jouisse de propriétés médicamenteuses aussi importantes qu'on l'a dit; il n'est ni propre à chasser tous les venins hors du corps, ni capable de rendre aux hommes affaiblis par de longues affections la vigueur et la force qu'on avait espérées de son usage. On croyait lui communiquer ou lui conserver ces vertus, en le faisant mourir exposé au soleil, après l'avoir suspendu par une patte de derrière, en l'agitant et le frappant à coups de verges; on le conservait séché; on employoit sa poudre dans une foule de recettes alexitères, alexipharmaques, cordiales; on le soumettait à la distillation; on prescrivait le sel volatil qu'on en obtenait, etc. Il y a plus de quarante ans que ses prétendues vertus sont rangées parmi les fables, et son usage médicinal parmi les pratiques ridicules et inutiles.

E. *De la grenouille.*

8. La grenouille, *rana esculenta*, qui fournit un aliment léger, sain et assez agréable, était aussi rangée autrefois parmi les médicamens. On se servait sur-tout de l'humeur glaireuse et gélatineuse qui enveloppe ses œufs sous le nom de frai, *sperniola*; on l'appliquait sur les parties douloureuses

ou enflammées, pour en calmer l'ardeur et les douleurs ; on employait également l'eau qu'on en obtenait par la distillation. La grenouille entière, et sur-tout celle qui habite les buissons et qu'on connaît sous le nom de rainette, *rana arborea*, passait pour être propre à calmer les ardeurs de la fièvre, en la tenant vivante dans la main. On les donnait aussi en bouillon pour produire le même effet. Ce dernier usage, celui de former un bouillon doux et rafraîchissant, est le seul qui soit vraiment raisonnable.

F. *De la vipère.*

9. La vipère, espèce du genre *coluber*, nommée *coluber berus*, caractérisée par cent quarante-six plaques ventrales, trente-neuf paires caudales, la tête comprimée, aplatie, triangulaire, écailleuse, la peau grise, marquée de deux rangs de taches brunes, en zigzags sur le dos, offre deux genres de considérations sur lesquelles la chimie peut jeter quelque jour, et qui sont par conséquent de son ressort. La première est relative à l'usage médicinal et économique de la vipère entière ; la seconde comprend ce qui appartient au venin de ce serpent, à sa nature, à ses effets, et aux moyens de les détruire. Je dois les examiner rapidement sous ce double rapport.

10. On attribuait, il n'y a pas encore long-temps, un si grand nombre de vertus et des vertus si éclatantes à la vipère, qu'il n'y avait pas, dans toute la puissance de l'art, de remède plus important, et qu'on l'employait dans une foule de maladies avec une confiance sans limites. On faisait entrer sa chair dans des bouillons fameux, qui, outre la vertu restaurante, étaient regardés comme spécifique dans les maladies de la peau, du poumon, et sur-tout dans les affections chroniques de la lymphe, ainsi que dans les fièvres malignes, les intermittentes, et même la peste, la gale et le scorbut. Leur

propriété dépurante, attribuée à une partie volatile ou aromatique qu'on y admettait en grande quantité, était vantée sans raison comme sans mesure.

La tête de la vipère, desséchée, devait combattre tous les venins, et particulièrement celui de l'animal même.

Le foie et le cœur de ce serpent, desséchés et en poudre, devaient avoir une grande activité; et on leur donnait le nom fastueux alors de bézoard animal. La graisse passait pour sudorifique, résolutive et anodine, son fiel pour détersif, et surtout propre aux maladies des yeux.

On prescrivait encore le sel volatil et l'esprit, ou le carbonate d'ammoniaque huileux et l'eau chargée de ce sel, qu'on en obtenait par la distillation à la cornue.

Toutes ces grandes qualités se bornent à sa nature alimentaire, et peut-être en même temps un peu plus irritante et active que celle des chairs des mammifères et des oiseaux.

11. L'histoire du venin de la vipère a bien plus d'importance que celle de l'animal entier, considéré comme médicament. Cette dernière est presque toute en hypothèse : la première, toute expérimentale, nous éclaire sur un danger qui menace assez souvent notre existence ou celle des animaux précieux. Fontana, après Rédi, Charas, Méad, Nichols, et James, a fait des recherches qui ont donné à cette histoire une grande exactitude. La vipère, comme toute autre espèce de serpent venimeux, porte à la mâchoire supérieure deux grandes dents canines, souvent environnées à leur base de plusieurs autres dents plus petites, repliées et destinées soit à mordre avec elles, soit à les suppléer lorsqu'elles tombent. Ces dents implantées dans une large alvéole, recouvertes à leur base d'une gaine membraneuse, sont courbées vers le bas, et presque droites à leur pointe très-acérée. Outre une cavité triangulaire et borgne, espèce de sinus occupant, comme dans toutes les dents, la partie la plus large de celle-ci, la dent venimeuse est creusée par un canal conique qui s'ouvre vers

le bas, par un trou triangulaire dans la gaine, et par une fente elliptique sous la pointe de la dent. Ces deux ouvertures, placées aux deux extrémités du canal, sont situées sur la partie connexe de la dent ; celle du bas reçoit par un conduit membraneux l'humeur vénéneuse qui s'écoule d'une vésicule tendineuse triangulaire, située sur la partie latérale de la mâchoire supérieure à une certaine distance de la dent, et comprimée par un muscle très-fort ; en sorte que l'humeur vénéneuse n'est pas contenue dans la gaine qui enveloppe la base de la dent, mais amenée par un canal excréteur perçant l'os maxillaire, et s'abouchant immédiatement de la vésicule avec la base du canal dentaire ; dans la morsure, elle sort de ce dernier canal par l'ouverture elliptique qui en occupe l'extrémité, et qui sillone le dessous de la pointe de la dent.

12. Il est bien prouvé, par les expériences de Fontana, que l'humeur jaune venant de la vésicule maxillaire, comprimée par l'effet de la morsure, arrivant immédiatement au canal dentaire sans entrer dans la gaine, sortant par l'ouverture elliptique située sous la pointe de la dent, est le véritable venin de la vipère ; que la salive et l'humeur buccale ne sont pas vénéneuses ; que la morsure sans écoulement, soit parce qu'elle est épuisée, soit parce que la vésicule est enlevée ou son conduit lié, n'a rien de vénéneux ou de dangereux. C'est donc à la nature même de cette humeur qu'est attaché le poison de la vipère, et son examen chimique devenait une des recherches les plus importantes. Le même physicien n'en a négligé aucune ; plusieurs milliers de ces animaux, qu'il s'est procurés très-facilement à Pise, ont été sacrifiés à ses expériences, dont je vais offrir ici le résultat le plus précis qu'il me sera possible. Le venin de la vipère n'est pas un poison pour son espèce ; il ne tue point les sang-sues, les limaces, l'escargot, l'aspic, la couleuvre, l'orvet : les tortues n'en meurent que très-difficilement. Il n'est ni acide, ni alcalin ; il ne contient point de sels qui se cristallisent par

l'évaporation, et les stries qui le divisent, quand il se sèche, ont été faussement prises pour des cristaux salins. Il n'a point de saveur décidée sur la langue ; il n'est ni âcre, ni brûlant comme les humeurs de l'abeille, de la guêpe et du scorpion ; cependant il n'est pas fade, et laisse pendant plusieurs heures sur la langue une sensation semblable à celle des astringens. Les animaux, les chiens sur-tout semblent rechercher les pâtes et le pain qui en sont imprégnés. Il n'excite pas de douleur dans les plaies, ni d'inflammation sur les organes auxquels on l'applique.

13. Le venin de la vipère est jaunâtre, un peu visqueux comme une liqueur muqueuse ; son onctuosité le rapproche en apparence d'un liquide huileux ; il est inodore, il s'épaissit promptement à l'air et devient semblable à une gelée transparente ; il prend alors aux dents, et y adhère fortement comme de la poix. Il n'est pas inflammable de quelque manière qu'on l'expose au feu. Quand il est devenu sec par une longue exposition à l'air, il conserve encore sa propriété vénéneuse, et voilà pourquoi il faut se défier des têtes de vipère séchées : cependant dix ou douze mois de conservation paraissent capables de détruire sa propriété délétère. Il se délaye dans l'eau et s'y dissout quand on l'agite ; si on le jette dans l'eau au moment où l'on vient de l'extraire de la vésicule, il tombe sur-le-champ au fond à la manière de quelques huiles pesantes. Il y conserve quelque temps sa couleur, sa viscosité et son existence particulière ; l'eau chaude le dissout après sa dessiccation ; l'alcool ne le dissout pas ; il ne se coagule pas par l'eau bouillante ; les acides, les alcalis ne l'altèrent et ne le dissolvent pas sensiblement. La dissolution aqueuse du venin se précipite par l'alcool ; en se séchant il se fendille après avoir été précipité ; et il a dans toutes les expériences tant d'analogie avec une gomme, que M. Fontana le nomme une gomme animale.

14. Dans l'impossibilité où se trouve la science de déter-

miner à *priori*, ou d'après sa nature connue, la manière d'agir du venin de la vipère sur les animaux, il ne restait qu'à rechercher par ses effets même sur l'économie animale en quoi consiste cette action ; et c'est ce qu'a fait M. Fontana. Cette humeur n'agit certainement pas par l'acidité ni l'âcreté saline, puisqu'elle n'a ni l'une ni l'autre de ces qualités. Elle ressemble à l'opium par son action ; elle diminue et détruit l'irritabilité des muscles ; elle coagule et noircit le sang, elle excite la putréfaction : c'est ainsi qu'elle tue les animaux. La partie mordue par une vipère est manifestement malade, enflée, livide, sphacélée. Injecté dans les veines, le venin tue plus vîte encore ; il agit plus promptement sur les animaux à sang chaud que sur ceux à sang froid. Le danger de la morsure est d'autant plus grand, la mort d'autant plus sûre et plus prompte, que l'animal est moins fort et moins pesant. L'homme et les gros animaux ne meurent pas ordinairement de la morsure d'une vipère, et il faut que ces serpens soient d'autant multipliés que l'animal a plus de poids. Il existe donc un rapport entre la masse, la force de l'animal, et la puissance active et délétère du poison de la vipère.

15. Le venin porté, soit par la dent même, soit par divers moyens dans une blessure superficielle de la peau, n'est pas mortel. Si la peau est profondément pénétrée, la maladie qu'il produit cause la mort ; elle a lieu de même quand il est introduit dans le tissu cellulaire ; dans le muscle ou à sa surface, il produit une maladie grave, mais rarement pernicieuse : après avoir tué un animal, il peut en tuer un autre. Il n'a point d'action ou elle est très-faible sur quelques membranes, le péricrâne, le périoste, la dure-mère, les os, la moelle, la sclérotique et la cornée. La blessure faite à la crête des poules, par une dent venimeuse, est suivie d'une tumeur vésiculaire dans les barbes de ces animaux ; la blessure du chignon du col, dans les cochons-d'Inde, produit une tumeur sur la poitrine ou sur le menton. En blessant le nez des

lapins et des cochons-d'Inde, il s'enfle, il se forme une tumeur sous le menton, et ces animaux guérissent ; dans les chiens et les chats, la même morsure, répétée jusqu'à vingt-quatre fois au nez, produit un gonflement considérable, sans plaie, ni escarre, et ils guérissent en peu de jours.

Le venin n'agit pas sur des membres et des muscles coupés, même appliqué au moment de l'amputation ; il faut une communication dans les parties vivantes, pour que son action ait lieu. Son action s'annonce après vingt secondes, par la lividité ; si l'on ampute la partie mordue avant cette époque, il n'y a point de danger ; vingt-cinq secondes après la morsure, il n'est plus temps.

Le venin produit deux maladies, l'une externe, suivie de lividité, de gonflement, de mortification ; l'autre interne, affectant le sang, les gros vaisseaux, le cœur et les poumons.

Injecté dans la jugulaire des lapins à la dose de quelques gouttes délayées dans l'eau, le venin les tue sur-le-champ, avec une douleur qui leur fait jeter des cris perçans. On trouve le sang coagulé et noir dans les ventricules et les oreillettes, noir et liquide dans d'autres régions, les poumons tachés et engorgés, les intestins enflammés, ainsi que les muscles du bas-ventre et de la poitrine. Le venin mêlé à six ou sept parties du sang au moment où on le tire, l'empêche de se coaguler, le noircit, le fluidifie, empêche le serum de se séparer. La cause de la mort par le venin est l'altération produite sur le sang, et par suite dans les organes vitaux, qui perdent leur irritabilité, et qui marchent rapidement vers la putréfaction. Les animaux à sang froid en meurent plus lentement, parce qu'ils peuvent se passer quelque temps de respiration et de mouvement sans périr.

16. M. Fontana a terminé ses expériences par des essais nombreux sur une foule de substances ou de moyens qui avaient été proposés pour guérir la maladie produite par la morsure de la vipère. Il a constaté que l'ammoniaque, les

acides, les sels n'en empêchent en aucune manière les dangereux effets ; que les huiles n'y font rien ; que les cantharides y sont inutiles, le quinquina peu efficace, la thériaque de nul effet, la graisse de la vipère ainsi que la corne de cerf calcinée au noir, nulles dans leur action ; que les scarifications et l'électricité y sont plus nuisibles qu'utiles, en accélérant et en augmentant la maladie locale ; que le bain d'eau chaude diminue les dangers, qu'ils cessent par une amputation prompte de la partie mordue ; que les sangsues et le sucement sont sans utilité ; que les ligatures guérissent quelquefois ; que la pierre à cautère est le seul spécifique constant et certain quand elle est mêlée au venin, quand elle peut l'atteindre avant qu'il ait pénétré dans la circulation ; que ce remède manque lorsque les blessures très-petites sont refermées par l'élasticité et la contraction des parties ; enfin, que les vertus attribuées à quelques remèdes, et les guérisons qu'on a cru faire chez des personnes mordues, dépendent de ce qu'on a ignoré que les hommes ne meurent pas de ces morsures, et n'en éprouvent qu'une maladie plus ou moins forte, mais guérissable par les seules forces de la nature : à la vérité cette maladie peut être aggravée par la crainte, par des affections morales, et même par les remèdes inconsidérés qu'on prescrit ordinairement. M. Fontana a calculé que si un millième de grain de venin de la vipère est capable de tuer un moineau pesant une once, s'il en faut cinq à six fois autant pour tuer un pigeon du poids de dix onces, il en faudrait douze grains pour faire périr un bœuf pesant 750 livres, et trois grains pour un homme pesant 150 livres ; c'est-à-dire qu'il serait nécessaire de cumuler la morsure de vingt vipères pour faire périr un bœuf, et celle de six pour faire mourir un homme.

17. L'état de la science me permet d'ajouter à ces résultats de M. Fontana que la potasse ou l'alcali fixe caustique solide n'est probablement pas le seul remède capable de dé-

truire les propriétés dangereuses du venin de la vipère ; que plusieurs caustiques, en désorganisant les solides des animaux et en altérant subitement la nature de leurs liquides, peuvent remplir le même objet si on les administre promptement après la morsure ; que le nitrate de mercure, celui d'argent, et sur-tout le muriate sublimé d'antimoine, employés avec un succès si marqué pour dénaturer le virus hydrophobique, ne peuvent manquer d'exercer la même énergie sur le venin de la vipère ; qu'il y a lieu de croire que l'acide muriatique oxigéné aura le même avantage, puisqu'il est si propre à changer la nature et les propriétés des liquides animaux, et puisque l'expérience a confirmé ce que j'avais le premier annoncé sur son énergie destructive du virus variolique. Mais pour que tous ces réactifs deviennent véritablement antivénéneux, il faut qu'ils soient promptement et sûrement introduits dans les blessures, qu'ils soient mis exactement en contact avec le venin, qu'ils l'atteignent avant qu'il ait pu pénétrer dans les vaisseaux, et qu'on s'y prenne dans leur administration de manière à ce qu'il ne puisse rester aucun doute à cet égard.

ARTICLE XXXI.

De quelques matières particulières aux poissons.

1. Les poissons ne fournissent pas un aussi grand nombre de matières aux arts et à l'industrie humaine que plusieurs autres classes d'animaux. Ils donnent une grande quantité de matière alimentaire, et des peuples nombreux vivent de leur chair aussi variée que saine. On sait assez quelles

différences de saveur, de couleur, de consistance, de propriété digestive présente cette espèce de nourriture. On connaît, dans ce genre de chair, les variétés bien remarquables de celle des poissons de mer, d'eau douce, de fleuves, de rivières, de ruisseaux et d'étangs, de ceux qui habitent les eaux claires et de ceux qui séjournent dans les eaux bourbeuses, des poissons qui nagent à la surface et de ceux qui demeurent dans la profondeur des lacs. Toutes ces différences, que l'organe du goût apprécie si exactement et que l'estomac ne reconnaît pas moins, n'ont point encore été recherchées dans leur cause par l'analyse chimique, quoiqu'elles promettent des découvertes utiles et des faits importans pour la science de la nature. Il lui manque également d'avoir déterminé ce qui distingue dans la nature la chair des poissons d'avec celle des oiseaux et des mammifères; et cet objet n'est pas moins important pour avancer la physique animale.

2. La crédulité et l'espérance de se soulager ou de se guérir avaient fait adopter autrefois en médecine plusieurs matières, liquides ou solides, des poissons, que les lumières de notre siècle ont fait rejeter dans la classe des corps inertes ou indifférens; tels sont les os de la tête de plusieurs de ces animaux, ceux que l'on trouve près la colonne vertébrale de la carpe, les os alongés et intérieurs de la tête du brochet et du merlan qui appartiennent à l'organe de l'ouïe : on leur attribuait des propriétés merveilleuses, et dont il est même inutile de rappeler ici le souvenir. On vantait aussi les qualités du fiel de brochet, de la tanche, de la carpe, et sur-tout de l'anguille. A leurs vertus stomachiques très-exaltées, on ajoutait des vertus particulières et spécifiques, dont un examen plus réfléchi a peu à peu détruit le prestige. En considérant ici sous le rapport le plus général les principales utilités des produits des poissons dans les arts, outre leur propriété alimentaire, je borne à quatre substances

principales les matériaux qu'on emprunte à cet ordre d'animaux ; savoir, l'icthyocolle ou colle de poisson, l'huile qu'on retire de plusieurs d'entre eux, les écailles qui les recouvrent, et les os qui constituent quelques portions de leur squelette.

A. *De l'icthyocolle.*

3. L'icthyocolle ou colle de poisson est une matière sèche, blanche, demi-transparente, tournée en lyre, et formée d'une membrane roulée sur elle-même. On la prépare sur les bords des fleuves voisins de la mer Caspienne et de la mer Noire, en enlevant l'estomac et les intestins du grand esturgeon, *acipenser huso*, en les roulant en espèce de cordes cylindriques après les avoir coupés sur leur longueur, puis exprimés, et en les faisant sécher à l'air à l'aide de la suspension avec des ficelles auxquelles on les attache par leurs deux extrémités ; quand ces membranes sont presque sèches, on leur donne la forme de lyre. Le tissu fibreux et élastique de l'icthyocolle l'empêche d'être séche et cassante comme les colles. On peut en préparer avec toutes les parties et sur-tout avec les vessies natatoires des poissons d'un grand volume. Celle qui est très-blanche et d'un tissu fin est préférée.

4. La colle de poisson est fade et insipide. Elle brûle sur les charbons ardens en se retirant, et en répandant une odeur fétide comme toutes les substances animales distillées à la cornue ; elle donne les mêmes produits que ces substances, et notamment une assez grande quantité d'huile et de carbonate d'ammoniaque. Elle est inaltérable à l'air à cause de son état de siccité ; l'eau froide ramollit et sépare, à l'aide de la macération, les feuillets de l'icthyocolle. On peut par ce moyen la développer et l'étendre en même temps ; l'eau bouillante la dissout et lui donne la forme de gelée ; aussi range-t-on ce produit parmi les substances gélatineuses. Les acides faibles la dissolvent et les alcalis l'en précipitent.

5. L'icthyocolle peut être considérée comme une matière alimentaire; ramollie ou dissoute dans l'eau, elle forme une gelée très-nutritive à laquelle il ne faut ajouter que l'assaisonnement : aussi fait-elle la base d'un grand nombre de mets que l'on sert sur les tables. On l'associe aux sucs aigres des fruits, aux aromates et au sucre.

Considérée comme médicamens, la colle de poisson est rangée parmi les adoucissans, les relâchans, les incrassans; on la prescrit dans les maladies de la gorge, des intestins, des voies urinaires, et même dans les affections des poumons.

Son usage économique le plus fréquent est la clarification des liqueurs, du vin, du café, etc.; on en jette de petits fragmens dans cette dernière liqueur bouillante, et elle s'éclaircit en quelques minutes.

B. *De l'huile de poisson.*

6. Il ne faut pas confondre sous cette dénomination les huiles que l'on extrait de la baleine : il n'est question ici que de l'huile de poisson proprement dite, de celle que l'on retire des harengs et d'un grand nombre d'autres poissons, soumis, après avoir été gardés quelque temps entassés, soit à l'effet de la presse, soit à l'action de l'eau bouillante, au-dessus de laquelle l'huile se rassemble.

Il n'y a pas de matières animales plus graisseuses, plus huileuses que la chair des poissons. La différence de l'organe respiratoire de ces animaux, le peu d'évacuation et de combustion qu'éprouve chez eux l'hidrogène carboné, explique facilement la source du suc huileux si abondamment formé et répandu dans leurs organes. Aussi presque tous sont-ils susceptibles de fournir ce produit, quoiqu'on ne se serve pour l'extraire que de ceux qui sont les plus nombreux, qui vivent en troupe et que l'on pêche en plus grande abondance.

7. Toute huile de poisson a une odeur fétide et désagréable; il est difficile de concevoir comment quelques peuples en font un assaisonnement et une nourriture. Elle a de l'analogie avec l'huile de baleine; elle brûle facilement et avec une flamme blanche; elle se gèle à un froid léger, et semble prendre assez aisément la forme cristalline. Elle paraît aussi être susceptible de se changer promptement en matière adipocireuse, et elle contient une portion toute formée. Par le repos, il se sépare de cette huile des flocons et des lames, de la matière semblable au blanc de baleine, qui se déposent au fond des vases où on la conserve.

L'huile de poisson est employée spécialement dans les arts relatifs aux peaux, pour les ramollir et leur conserver de la souplesse : on s'en sert aussi pour s'éclairer. Il y a quelques peuplades malheureuses qui en usent comme aliment.

C. *Des écailles de poisson.*

8. Les écailles des poissons sont remarquables par la beauté de leur couleur, par l'éclat argenté qui fait briller leur surface, par leur structure et leur arrangement réciproque, qui forme une enveloppe continue de tout le corps, par le suc huileux et muqueux qui les recouvre de manière à les rendre impénétrables à l'eau, enfin par leur nature analogue à celle de la corne ou de l'écaille, qui, en leur donnant de la solidité, leur conserve une souplesse et une élasticité propres à se prêter à tous les mouvemens et à tous les changemens de forme que prend le corps des poissons. Les écailles sont adhérentes à la peau, avec laquelle elles semblent faire corps par leurs bords; aussi se rapprochent-elles de son tissu et présentent-elles les mêmes propriétés chimiques. Une longue ébullition dans l'eau les ramollit, les fond et les change en gélatine, moins promptement à la vérité que les peaux des poissons dépourvues d'écailles ou recouvertes d'écailles fines et minces,

telles que celles des lamproies et de l'anguille sur-tout, qui sont employées, comme on sait, à la préparation des colles utiles à la peinture.

9. Dans plusieurs espèces de poissons chondroptérygiens, la peau dépourvue d'écailles est souvent chargée de tubercules durs, cartilagineux ou osseux, susceptibles de poli, nuancés, dans quelques espèces, de couleurs bleue verte et grise. Cette peau tuberculeuse sert à orner et à recouvrir beaucoup de petits meubles sujets à des chocs ou à des frottemens. La dureté de ces tubercules, lorsqu'ils sont petits, égaux et serrés sur la peau de ces poissons, rend leur peau très-utile à employer comme une rape ou une lime. C'est ainsi que la peau des roussettes sert aux menuisiers et aux ébénistes pour user et polir la surface des bois durs.

10. Le plus ingénieux usage auquel sont consacrées les écailles des poissons, est celui qui a pour objet la fabrication des perles artificielles. Pour donner aux petites sphères de verre mince soufflé avec lesquelles on les fabrique, le brillant nacré ou l'orient qui caractérise les perles dans la nature, on a imaginé d'attacher à leur surface intérieure les écailles fines et argentées des poissons d'eau douce. C'est l'able, *cyprinus albula*, petit poisson de rivière, l'un des plus brillans et des plus argentés que l'on connaisse, qui fournit, dans ses écailles minces et délicates, la matière colorante des perles fausses. On prend ces poissons au filet, on les frotte les uns contre les autres dans des baquets sous l'eau; les écailles se détachent et tombent au fond de l'eau; on les ramasse et on les dessèche légèrement; on les met ensuite dans de l'ammoniaque liquide un peu étendue, où elles se ramollissent, et on souffle cette liqueur dans les perles de verre, sur les parois desquelles les écailles s'appliquent et se collent : on la nomme *essence d'Orient*. L'ammoniaque conserve les écailles avec leur brillant et leur fraîcheur pendant plusieurs mois.

D. *Des os de poisson.*

11. Les squelettes des poissons varient dans les différens ordres de ces animaux. On en distingue deux genres ; l'un mol, pliant, demi-transparent, semblable au cartilage, et qui a fait nommer *cartilagineux* les poissons où il existe ; on reconnaît ces os dans les rayes, les chiens de mer, etc. L'autre est solide et véritablement osseux ; tous les os de ce genre se terminent par des pointes aiguës, qui ont fait désigner les poissons où ils se trouvent par le nom de *poissons épineux*. L'analyse de ces os a prouvé qu'ils étaient, comme ceux des mammifères et des oiseaux, du phosphate de chaux mêlé de matière gélatineuse ; cette dernière substance y est plus abondante que dans les os des animaux précédens.

12. Outre les usages économiques auxquels plusieurs peuples peu avancés dans la civilisation emploient des dents, des vertèbres, des arêtes de poisson, en les substituant au fer qui leur manque, pour en faire des instrumens de chasse, de pêche, et différens outils, j'ai déja indiqué les propriétés qu'on attribuait aux os de la tête du brochet, de la carpe, du merlan, et l'usage général qu'on en faisait en médecine. Il faut savoir qu'après avoir renoncé à la folle espérance qu'on avait conçue sur les propriétés de ces os, on avait cru en adopter une idée exacte en les rangeant dans la classe des absorbans. C'était une nouvelle erreur substituée à l'ancienne. Les os de poissons ne sont point formés de carbonate de chaux : le phosphate qui les constitue ne peut pas être regardé comme absorbant, puisqu'il n'attire point avec autant d'énergie les acides faibles des premières voies, que le fait le carbonate calcaire. Ainsi, les os de poissons, à quelques espèces qu'ils appartiennent, n'ont pas les qualités qu'on leur avait attribuées, et ils ne peuvent pas remplir les indications auxquelles on les avait destinés autrefois.

ARTICLE XXXII.

De quelques matières particulières aux mollusques.

1. Les mollusques, classe d'animaux sans vertèbres, sans squelette intérieur, à sang froid et blanc, dont les muscles sont blancs, très-irritables, la peau humide et visqueuse, pourvus de tentacules, dont le corps est recouvert par un manteau et souvent renfermé dans une coquille, qui ont la faculté de reproduire plusieurs parties de leur corps coupées, qui habitent pour la plupart les eaux de la mer ou les eaux douces, présentent un assez grand nombre d'objets dont il serait utile de s'occuper en chimie. Tels sont spécialement le suc gluant et visqueux des limaces, qui tapisse d'un enduit durcissant et d'apparence calcaire les lieux sur lesquels elles rampent; la chair molle, fade et gélatiniforme des limaçons, qu'on a cru si propre à guérir les affections du poumon; la liqueur blanche ou bleuâtre qui tient lieu du sang dans les seiches, les poulpes et les calmars; la matière colorante du planorbe des étangs, et du murex ou de la pourpre, dont les anciens faisaient tant de cas et d'usage; les fils, les soies ou bissus qui sortent de plusieurs coquilles, et par lesquels leurs habitans s'attachent aux rochers, tout est plein de sujets de recherches singulières et de découvertes dans cette classe. Parmi les objets les plus connus et les plus généralement utiles qui y ont rapport, je traiterai en particulier de l'encre et de l'os de la seiche, de la perle, de la nacre de perle, des coquilles.

A. *De l'encre et de l'os de la seiche.*

2. Les seiches répandent lorsqu'elles sont menacées de

quelque danger, exposées à quelques chocs, et sur-tout lorsqu'on veut les prendre, une liqueur noire qu'on a nommée *encre*, et qui, formant autour d'elles un nuage obscur, les dérobe facilement aux recherches comme aux yeux des animaux ou de l'homme qui les poursuivent. Cette liqueur, préparée dans leur corps par un appareil glanduleux particulier, y est contenue dans un réservoir que l'on peut enlever, et dans lequel on peut obtenir leur encre dure et cassante par la dessiccation. On croit que c'est avec cette espèce de suc atramentaire animal que l'on prépare en Chine l'encre solide employée au dessin, et qui est si remarquable par son indébilité, sa résistance aux acides. Il paraît que l'encre de la seiche est en effet une sorte de précipité charbonneux, indissoluble dans le plus grand nombre de réactifs, et suspendu dans une liqueur muqueuse. Elle offre aux chimistes qui habitent les ports de mer, un très-intéressant sujet d'expériences pour déterminer sa nature et éclairer ses utilités dans les arts; on pourrait préparer avec ce suc une encre vraiment indélébile.

3. La seiche commune, *sepia officinalis*, contient vers le dos un corps ovale, épais, solide, friable, qu'on nomme *os de seiche*, et qui est formé de lames minces, laissant entre elles des cellules nombreuses, dans lesquelles sont placées de petites colonnes creuses, perpendiculaires à ces lames. La nature de ce corps est gélatino-calcaire; il donne de la chaux vive par la calcination, de la gelée par une longue ébullition; il se ramollit très-vîte dans les acides, qui le dissolvent avec effervescence. On l'enlève et on le fait sécher pour l'employer à divers usages économiques. La médecine le recommande comme astringent, détersif, et tout à la fois apéritif et emménagogue. On le fait entrer dans des onguens, dans des emplâtres, des poudres, des collyres; il a sur-tout été employé dans les poudres dentifrices. On s'en sert aussi pour faire quelques petits moules à couler des pièces

d'argenterie ; enfin on le suspend, sous le nom de *biscuit de mer*, dans les cages des petits oiseaux, qui s'amusent à le becqueter, sans doute à cause de la saveur salée que lui laisse l'eau de la mer dont il a été pénétré.

B. *De la perle et de la nacre de perle.*

4. La perle et la nacre de perle sont deux matières concrètes formées dans plusieurs espèces de coquilles ou en faisant partie. Quoique le plus grand nombre des coquilles puisse fournir ces deux genres de concrétions, c'est néanmoins de quelques espèces particulières de moules, d'huîtres, qu'on extrait ces matières précieuses. Elles sont rares en Europe ; et n'ont jamais un éclat comparable à celui de ces productions dans les parages orientaux.

Les moules de rivière, et spécialement celle du Rhin, *unio margaritifera*, *mya margaritifera* de Linné, ne donnent qu'une nacre médiocre en comparaison de la ronde aux perles, *avicula margaritifera*, *mytilus margaritiferus* de Linné, qui habitent les mers de l'Inde, et d'où l'on retire les perles les plus belles et la nacre la plus recherchée.

5. On nomme *nacre* la portion intérieure de la plupart des coquilles, dont le tissu fin et d'un beau poli est réuni à la couleur blanche, argentée, variée du vert, du rouge, du bleu, et de toutes les nuances de l'arc-en-ciel. On y distingue des zones qui semblent annoncer des inégalités, des bosselures, et des stries à sa surface, et qui font une grande illusion. Après avoir scié ou corrodé par les acides la partie extérieure des coquilles jusqu'à la couche de nacre qu'elle recèle, on enlève celle-ci, on lui donne, à l'aide du tour, du ciseau, et de plusieurs outils différens, la forme variée, nécessaire à une foule d'ustensiles divers ; on la ramollit même et on la courbe à l'aide de l'eau bouillante. Elle était autrefois rangée parmi les absorbans ; et sa nature chimique permet en effet

d'y admettre ce caractère médicamenteux; mais il y a tant d'autres substances plus simples et plus faciles à se procurer, qui en jouissent à un degré beaucoup plus fort, qu'on ne l'a jamais véritablement employée pour cet usage; on la réserve pour la fabrication des bijous.

6. Les perles, *margaritæ*, *uniones*, varient beaucoup dans leur grosseur, leur forme, leur couleur, leur beauté, et par conséquent dans leur prix; elles sont ordinairement irrégulièrement arrondies ou un peu oblongues, quelquefois pyriformes, blanches, brillantes ou grises, avec des réflets argentés et colorés. On nomme le brillant produit par ces réflets, *l'orient des perles*: les petites et les plus irrégulières se nomment *semences de perles*; les grosses et les sphériques sont rares et chères. Il y a eu des opinions très-singulières sur l'origine de ces concrétions. Les anciens ont cru qu'elles étaient formées des gouttes de rosée recueillies au mois de mai à la surface des eaux par les animaux qui les produisent. On sait cependant que les mollusques ne quittent point le sol et le fond des eaux qui les a vus naître. Quelques naturalistes ont imaginé que les perles étaient un animal à coquille, croissant dans un autre: des observations mal faites ont donné naissance à ce système. Il y a des savans qui pensent que la perle est une concrétion morbifique provenant de la piqûre faite aux coquilles. Ils assurent qu'on peut faire naître artificiellement des perles en perçant des trous dans la coquille des huîtres ou des moules qui les contiennent. Dans l'opinion la plus commune, on les regarde simplement comme une concrétion née de la surabondance de la matière calcaire.

7. On n'a pas moins varié sur le siége des perles dans les coquilles où elles se rencontrent; l'épaisseur même de ces coquilles, et les cavités annoncées au dehors par des espèces de boursouflures, les charnières même des coquilles ou la partie renflée de leur articulation, et sur-tout le ligament

qui en attache les deux valves, le corps charnu des animaux mollusques qui les habitent, ou l'intérieur de la coquille dans laquelle on les trouve libres et comme flottantes : voilà les quatre modes de séjour ou de site qu'on leur a successivement assignés. Il paraît que le plus souvent elles sont placées vers les bords des coquilles, renfermées sous une membrane qui revêt la nacre, ou logées dans des cavités que celle-ci présente, ou flottant librement dans la coquille, ou adhérentes à sa paroi interne, en sorte qu'on est obligé de les en arracher ou de les détacher avec plus ou moins de force. Il paraît encore que l'expérience de les faire croître artificiellement à l'aide des blessures faites à l'intérieur de la coquille n'est pas sans succès ; et cela s'accorde avec les faits anatomiques, qui prouvent que des blessures faites à l'extérieur des os produisent une concrétion osseuse intérieure, ou un séquestre ; comme celles que l'on porte vers l'intérieur ou vers la moelle, donnent naissance à des cercles, ou à des viroles osseuses extérieures, ou à des renflemens exostotiques.

8. La perle est, comme la nacre, dont elle ne diffère que par un tissu plus fin, un composé de matière gélatineuse et de carbonate de chaux. Cartheuser assure que la première de ces substances n'y fait que la vingt-quatrième partie, et que les vingt-trois autres sont formées par la matière, qu'il nomme *terreuse*, ou par le carbonate de chaux ; mais il faut y comprendre l'eau, qui paraît être fort abondante dans cette concrétion. On conçoit, d'après cette composition, que les perles doivent être bien dissolubles dans les acides même les plus faibles, et comment Cléopatre a pu, si l'on en croit les historiens romains, avaler de belles perles dissoutes dans le vinaigre, pour prouver sa magnificence et sa richesse. Mais il est difficile de concevoir d'où peut être venue l'opinion qu'on a eue sur les grandes vertus des perles, et pourquoi on les a regardées comme analeptiques, sédatives, céphaliques, antiépileptiques, bézoardiques, cordiales. On les a prescrites

en poudre dans des émulsions et des potions ou des mixtions, pour calmer sur-tout les anxiétés produites dans les fièvres malignes. Elles ont été ensuite réduites à la simple qualité de matières absorbantes, et dès-lors on ne s'en est plus servi en médecine. Depuis long-temps leur usage se borne à servir d'ornement, soit seules, soit en les ajoutant à un grand nombre de bijoux différens, qu'elles décorent et qu'elles enrichissent.

C. *Des coquilles.*

9. Les coquilles, si variées dans leur forme, dans leur couleur, dans leur volume, qui servent, par la diversité de leur structure, à caractériser des genres, et, par leurs nuances ou leurs appendices, à déterminer des espèces très-nombreuses, dont les collections forment un spectacle si agréable à tous les yeux, et présentent même pour les savans une suite de données intéressantes sur la structure et les propriétés des animaux qui les habitent, n'offrent aux chimistes, parmi les innombrables variétés de ces productions, qu'une seule et unique substance, qu'un composé presque parfaitement homogène de carbonate de chaux, mélangé d'un peu de matière gélatineuse, calcinable en chaux vive par la chaleur, dissoluble avec effervescence par tous les acides, et contenant quelquefois une petite quantité de muriate de soude.

10. Le plus grand et le plus utile emploi que l'on ait fait des coquilles est relatif à la construction des édifices. Elles donnent une chaux très-bonne et très-pure, dont on se sert dans tous les lieux à portée de la mer. On avait cru autrefois que la chaux d'écailles d'huître avait des propriétés médicinales très-distinguées, et supérieures à celles de la chaux commune; en conséquence on l'avait recommandée surtout pour les maladies des voies urinaires, et spécialement pour la gravelle et les calculs de la vessie. On croit aujour-

d'hui qu'elle ne peut rien avoir de particulier, à moins qu'on ne compte pour quelque chose une petite quantité de gaz hidrogène sulfuré qui se forme pendant la calcination des coquilles, et qui imprègne l'eau de chaux qu'elle donne; mais on sait que cet hidrogène sulfuré ne peut pas avoir de propriété dissolvante sur aucun des matériaux constituans des calculs urinaires.

ARTICLE XXXIII.

De quelques matières particulières aux insectes et aux vers.

1. Les insectes, dont l'histoire a tant de charmes et d'intérêt, soit en raison de la beauté de leurs formes, de leurs couleurs, de leurs variétés, soit dans l'étude de leur structure, de leurs mœurs, de leur police, de leurs combats, de leur demeure, des torts qu'ils font ou des services qu'ils rendent à l'homme, fournissent un assez grand nombre de produits utiles, ou de matières nuisibles qu'il est important de connaître, pour tirer des premiers tous les avantages qu'ils peuvent promettre, et pour repousser ou corriger au moins les fâcheuses influences des secondes.

2. Je distinguerai, spécialement parmi les matériaux les plus utiles qu'on emprunte à cette classe d'animaux, le miel et la cire, les cantharides, les cloportes, les fourmis, la résine-laque, la soie, la cochenille, le kermès, et les pierres d'écrevisse, dont je traiterai en particulier dans cet article. J'y joindrai les lombrics ou vers de terre, les seuls animaux qui, parmi la classe assez nombreuse des vers, soient

employés à plusieurs usages, sur lesquels la chimie peut jeter quelque jour.

On voit que j'omets dans cette liste plusieurs insectes ou plusieurs de leurs produits, soit parce qu'ils sont rarement usités, soit parce que leurs usages n'ont que de faibles rapports avec les connaissances chimiques, soit enfin parce que j'en indiquerai quelques-uns aux espèces ou aux matières avec lesquelles ils ont de l'analogie ; je ne parle pas de quelques scarabés proposés en médecine, des pilulaires, des cornes des cerfs-volans, du scarabé monocéros, du méloé qu'on a donné comme spécifique dans la rage, des carabes, des chrysomèles et des coccinelles, qu'on assure être propres à calmer les douleurs de dents par le seul contact, et qui paraissent communiquer cette propriété aux doigts qui les ont touchées ; du cossus, que les anciens mangeaient ; des sauterelles, qui servent de nourriture aux acridophages, etc.

3. Je ne dirai rien non plus de tous les insectes nuisibles, dont la plupart des naturalistes se sont spécialement occupés, comme rongeurs et destructeurs des plantes cultivées, des moissons, des récoltes, des matières employées aux constructions et aux vêtemens. Ainsi je passerai sous silence tous les animaux qui sont du domaine de l'histoire naturelle proprement dite ; les hannetons et leurs larves, les charançons, les teignes, les termites, les scorpions, les taupegrillons, et une foule d'autres insectes destructeurs. Je négligerai encore ceux qui attaquent l'homme et les animaux vivans, qui les piquent, les sucent, les exposent à des maladies ou à des accidens plus ou moins graves, tels que les abeilles, les guêpes, les frélons, les scorpions : ces derniers insectes produisent cependant une humeur âcre, dont la connaissance peut être acquise par les expériences de la chimie. Déja M. Fontana a soumis cette humeur à quelques essais, d'où il résulte qu'avec quelques propriétés physiques, et sur-tout une viscosité gommeuse analogue au venin de la vipère, elle contient de plus un acide

tout formé, qui la rend susceptible de rougir les papiers teints avec le suc de raves, et même d'en altérer la couleur. L'humeur des abeilles, reçue sur un verre, se dessèche plus tard que celle du venin de la vipère ; il s'y forme des fissures et des lignes anguleuses qui ont été prises pour des cristaux salins par Méad ; séchée, elle se dissout dans l'eau et non dans l'alcool. Quoique contenant un acide, elle ne peut pas agir par ce principe, qui y est trop peu abondant et trop peu sensible. C'est comme matière vénéneuse qu'elle fait de la douleur ; et il y a lieu de croire que si elle était suffisamment abondante, elle donnerait la mort ou la même maladie que le venin de la vipère.

A. *Du miel et de la cire.*

4. Le miel et la cire, quoique d'origine végétale, puisque le premier n'est que le nectar des fleurs, et la seconde le pollen de leurs anthères, tous deux recueillis par les abeilles, sont néanmoins produits par ces insectes, qui leur donnent quelques caractères de substances animales. Quoiqu'on ait coutume de n'attribuer qu'aux abeilles l'extraction et la formation de ces deux matières, il y a cependant quelques autres insectes de la même classe qui en produisent d'analogues ; mais elles y sont en si petite quantité, qu'on ne peut ni les extraire ni les comparer avec exactitude. D'un autre côté, on peut regarder le miel et la cire comme des matériaux de plantes, puisque le miel est du nectar presque pur, et puisque la poussière fécondante, le pollen des fleurs, a des analogies assez marquées avec la cire.

5. On a établi depuis long-temps une grande analogie entre le miel et le sucre, soit à cause de sa saveur, soit à cause de l'usage qu'en faisaient les anciens, qui ne connaissaient que très-peu le sucre de la canne, et qui ne l'employaient point. Mais, outre la différence de saveur qui existe entre

ces deux substances, et qui est telle, que les personnes habituées au sucre ne peuvent plus se servir de miel, l'odeur aromatique, et la nature plus ou moins animalisée qui distingue ce produit des abeilles, ne permettent pas de le confondre avec le sucre proprement dit. Les opérations chimiques ne montrent cependant que peu de différence entre ces deux matières. Le miel, dont la couleur, la consistance, la saveur et l'odeur varient beaucoup suivant les pays et les plantes que les abeilles habitent ou parcourent, donne au feu, et par la distillation, les mêmes produits que le sucre; l'acide nitrique le convertit en acide oxalique; il est très-dissoluble dans l'eau, il est même déliquescent; il passe à la fermentation vineuse, et forme une liqueur fermentée, qu'on nomme *hydromel*; il est en partie soluble dans l'alcool, par le moyen duquel on peut en extraire un véritable sucre concret : on prétend même que les anciens lui donnaient cette forme. On le blanchit en le dissolvant dans l'eau, et en chauffant sa dissolution avec le charbon.

6. Si l'on compare le miel au sucre, malgré le peu de dissemblance que la chimie a trouvé entre ces deux corps, on reconnaît que le miel diffère réellement du sucre par une saveur un peu âcre ou fade, par une couleur jaune dorée, ou verdâtre ou brune, par une odeur aromatique ou forte, par un état liquide ou visqueux, épais, filant, et par sa déliquescence. Si l'on recherche la cause de cette différence, on la trouvera dans la présence d'une matière colorante, d'un corps muqueux, d'un extrait sapide et odorant, qui paraissent y être unis au corps sucré, et ne pouvoir en être séparés que très-difficilement. C'est à ces propriétés particulières qu'il faut attribuer la nature relâchante ou purgative du miel, et le dégoût qu'il inspire à beaucoup d'individus, qui ne peuvent le regarder que comme un médicament. Aussi le range-t-on plus particulièrement aujourd'hui dans la classe des remèdes; on le compte parmi les laxatifs, les

adoucissans, les émolliens, les béchiques, etc. Il fait l'excipient de beaucoup de remèdes, qui portent le nom de *miels composés*, tels que ceux qu'on nomme *rosat*, *mercurial*, *de nénuphar*, ect. On l'allie souvent avec le vinaigre, et ce mélange est appelé *oximel.*

7. La cire n'existe pas toute formée dans la poussière des anthères, d'où les abeilles la tirent. On n'a pas pu trouver encore dans l'art des moyens de convertir ce pollen en cire; il n'y a que le corps des abeilles qui opère cette conversion. Après avoir avalé la poussière des étamines, ces insectes la rendent sous la forme de cire ductile, par une espèce de transpiration qui s'opère entre les anneaux de leur abdomen, suivant plusieurs observateurs, ou par la bouche, à l'aide d'une espèce de rumination, suivant d'autres. Quelques naturalistes modernes ne croient pas que la poussière des anthères soit la matière primitive de la cire, malgré les observations de Réaumur et de B. Jussieu. M. Della Roca pense que la cire est une substance végétale étrangère au pollen des anthères; que les fleurs ouvertes ne fournissent que de la nourriture aux abeilles; que c'est sur les boutons du thym, sur les feuilles de figuier, couvertes de petites tumeurs, et peut-être sur les bourgeons des peupliers, sur les extrémités des pins, qu'elles recueillent la substance cireuse; ce qui paraît certain par rapport à ces deux derniers arbres, relativement à la récolte du propolis; que les plantes contiennent la cire toute formée, et que les abeilles ne font que la purifier. Mais le propolis n'est pas de la cire proprement dite, et paraît être plutôt un mélange résineux qu'on n'a point encore examiné. Il est aussi des naturalistes qui pensent que la matière de la cire recueillie par les abeilles ne passe pas dans leur estomac, et qu'elle est fabriquée par la seule action de leurs bouches et de leurs pattes.

8. La nature de la cire est mieux connue que son origine. Construite en alvéoles solides par les abeilles, elle est jaunie

par les vapeurs et les liquides qui sortent de leur corps, ainsi que par les parties colorantes des matières végétales qu'elles apportent dans leurs ruches. Fondue à une chaleur douce, privée du miel qu'elle contenait dans les alvéoles, on la coule en gâteaux épais, jaunes, grenus, de cire brute; on la fond, on la fait tomber fondue sur un cylindre qui plonge à moitié dans de l'eau, et qui s'y trouve entièrement plongé et successivement dans toutes ses parties, par le mouvement de rotation sur son axe, qu'une machine fort simple lui imprime. Roulée en rubans minces par cette première opération, on l'expose ensuite à l'air et au soleil sur des toiles pour la blanchir; et lorsqu'elle a perdu toute sa couleur, on la nomme improprement *cire vierge*. C'est dans ce dernier état qu'on l'emploie à une foule d'usages pharmaceutiques et économiques; dans celui de cire brute elle sert également beaucoup.

9. Toutes les propriétés de la cire prouvent que cette substance est une huile fixe, concrétée par la proportion d'oxigène qu'elle contient. Elle se ramollit à une chaleur douce et prend toutes les formes qu'on veut lui donner. A une température froide, elle est fragile; on y découvre dans sa cassure un tissu grenu et cristallin. Elle se fond à quarante-cinq degrés du thermomètre; elle offre alors un liquide blanc et transparent; chauffée plus fortement, elle se volatilise en partie à une très-haute température; elle se décompose en eau, en acide sébacique, en gaz hidrogène carboné, et en huile âcre; elle laisse alors quelques traces charbonneuses. Les acides concentrés la brûlent, les alcalis la remettent à l'état savonneux; la potasse et la soude sur-tout forment avec elle un savon dissoluble qu'on emploie souvent sous le nom d'*encaustique*, pour peindre les planchers. Elle s'unit aux oxides métalliques; elle se fond dans les huiles, qu'elle rend consistantes; elle est indissoluble dans l'alcool : beaucoup de matières colorantes se combinent avec elle et y adhèrent

assez fortement. Ces dernières propriétés la rendent très-utile à la peinture. Elle est employée pour la fabrication des bougies, dans une espèce de sculpture ou de moulage, pour une foule d'usages économiques, pour la préparation des emplâtres. C'est une des matières les plus utiles que fournissent à l'homme les animaux dont il a rapproché les espèces de ses demeures, et dont il est le plus important de multiplier la production.

B. *Des cantharides.*

10. Les cantharides, appartenant à un genre d'insectes distingué dans la classe des coléoptères à cinq articles aux quatre tarses de devant et à quatre aux deux de derrière, par leurs étuis flexibles, par une tête tombante, des ongles doubles, sont caractérisées comme espèce par leurs élytres entiers, leurs antennes filiformes minces, leur couleur verte ou bleue dorée uniforme. Cette espèce est nommée par Linnée *meloe vesicatorius*; par Fabricius, *lytta vesicatoria*, et dans les boutiques, *cantharis officinalis*. Il vit abondamment sur le frêne; il suffit de secouer cet arbre pour en ramasser une grande quantité dans les contrées chaudes de l'Europe. On les fait périr dans le vinaigre; on les en retire au bout de quelques heures, et on les sèche au soleil: c'est dans cet état de dessiccation qu'elles arrivent et qu'elles sont conservées dans les boutiques.

11. On ne connaissait presque aucun fait relatif à l'analyse des cantharides avant les recherches du médecin Thouvenel. On avait même cherché à expliquer leur énergie médicamenteuse, ou par les pointes dont on disait leur corps hérissé de toutes parts, ou à l'aide d'un sel âcre qu'on y admettait sans en avoir prouvé l'existence par aucune expérience. Dans un mémoire intéressant sur la nature des substances animales médicamenteuses, Thouvenel a donné

quelques détails assez neufs sur les principes des cantharides. En les traitant successivement par l'eau, l'alcool, l'éther, en les soumettant à la presse après les avoir ramollies, il en a tiré quatre matières différentes ; savoir, 1°. les trois huitièmes de leur poids d'une matière extractive d'un jaune rougeâtre, très-amère, et donnant une liqueur acide par la distillation ; 2°. un peu plus du dixième d'une huile concrète, céracée, verte, d'une saveur âcre, odorante, d'où paraît dépendre l'odeur des cantharides, qui donne à la distillation un produit acide très-piquant, et une huile épaisse ; 3°. le cinquantième environ d'une huile jaune concrète, analogue à la précédente, et qui paraît être la source de la couleur de ces insectes ; 4°. enfin, la moitié de leur poids d'un parenchyme solide, faisant la base de leur corps, et dont Thouvenel n'a point déterminé la nature.

12. Ces quatre matériaux immédiats des cantharides se séparent les uns des autres par l'eau, l'alcool et l'éther ; l'eau chaude dissout l'extrait et fond l'huile jaune ; elle enlève même une partie de l'huile verte ; l'éther attaque si bien cette dernière, qu'on peut l'employer avec avantage pour l'extraire pure. Ce procédé est d'autant plus utile, que c'est dans la cire verte que paraît consister toute la vertu des cantharides. Un mélange d'alcool et d'eau à parties égales enlève à ces insectes la cire verte et l'extrait qu'ils contiennent, de sorte que c'est le dissolvant le plus sûr qu'on puisse employer pour en préparer une teinture active. Si l'on distille cette teinture, l'alcool retient une odeur légère des cantharides, et les matières qu'il a dissoutes se séparent à mesure que l'évaporation a lieu. Sur 576 parties (grains, ou une once) de ces insectes, qu'il a prises pour faire ses expériences, il en a obtenu 288 en parenchyme solide et insoluble, 216 de matière extractive amère, 60 de cire verte, âcre et odorante, et 12 de cire jaune colorante.

13. On connaît l'effet vésicant que produit l'application des

cantharides en poudre sur la peau. Mêlées avec les onguens, elles forment l'épispatique le plus généralement employé, ou les vésicatoires les plus communs. Elles produisent une action très-singulière sur la vessie ; l'irritation qu'elles y portent donne des douleurs, une âcreté, une difficulté d'uriner, qui les ont fait placer parmi les diurétiques les plus chauds. Cette action est modérée et même presque annullée par le camphre, qu'on mêle, soit aux vésicatoires, soit à la teinture. On a quelquefois recommandé les cantharides comme un aphrodisiaque fameux, et plusieurs exemples ont prouvé que le moindre usage qu'on en fait sous ce rapport est un abus souvent funeste. Il est, dans tous les cas, de la prudence des médecins éclairés de n'administrer à l'intérieur les cantharides ou quelques-unes de leurs préparations qu'avec la circonspection la plus grande, et qu'aux doses les plus faibles. On doit aussi se défier des grandes espérances que la prescription de ce remède violent a pu donner dans des maladies très-graves et même incurables. La cire verte des cantharides, appliquée sur la peau, produit une cloche remplie de sérosité.

C. *Cloportes.*

14. Les cloportes, *millipedes*, *aselli*, *onisci*, *porcelli*, sont des insectes très-connus, dont il y a plusieurs espèces, parmi lesquelles on a désigné et choisi, pour l'usage médicinal, celui qui habite les lieux bas, les caveaux humides, ou bien encore celui à corps gris, luisant, qui se trouve sous les pierres, et qui, se repliant sur lui-même de manière à former une boule, a reçu, à cause de cette propriété, le nom de *cloporte armadille*. Thouvenel a examiné ces insectes, sur la nature desquels on n'avait rien dit avant lui. Distillés seuls au bain-marie, ils ont donné de l'eau assez alcaline pour verdir le sirop de violettes ; ils ont perdu par cette opération les $\frac{5}{8}$ de leur poids. Traités après par l'eau et l'alcool,

ils ont fourni le quart de leur poids de matière extractive et cireuse, que l'éther a séparée l'une de l'autre en dissolvant la dernière sans toucher à la première. Le suc exprimé de ces insectes paraît contenir des muriates de potasse et de chaux. Le médecin que je cite a constaté la propriété apéritive et fondante de ce suc dans la jaunisse, les congestions séreuses, laiteuses, etc., mais à une dose beaucoup plus forte que celle qu'on a coutume d'en prescrire.

D. *Des fourmis et de l'acide formique.*

15. Les fourmis présentent à l'analyse chimique des résultats beaucoup plus importans que la plupart des autres insectes, à cause de l'acide bien caractérisé qu'on en retire. Langham, Tragus, Brunsfeld, et J. Bauhin, l'ont reconnu par la couleur rouge donnée aux fleurs de chicorée dans une fourmillière. Samuel Fisher, Etmuller, Fréd. Hoffmann, s'en sont ensuite occupés en particulier. Margraf, en recherchant son caractère, en a vérifié la nature particulière, et y a déja trouvé une huile fixe et un extrait. Dans des temps plus modernes, Thouvenel, Ardvisson et Oehrn, Afzelius et Fontana, ont fait des expériences sur cet acide animal, et en ont déterminé les attractions et la nature.

16. Il est bien reconnu que les fourmis, sur-tout les rousses, *formica rufa*, exhalent, lorsqu'elles sont recueillies en masse dans un vaisseau fermé, une odeur piquante, âcre, qui tire les larmes et excite l'éternuement. L'air est promptement altéré par ce corps vaporeux, et il cesse bientôt d'entretenir la combustion : il précipite l'eau de chaux, et il rougit la teinture de tournesol. Ainsi les fourmis convertissent l'oxigène atmosphérique en acide carbonique, et une partie de leur propre acide se convertit en vapeur ; elles font sortir de leur bouche, quand on les irrite, une gouttelette de liquide brun, rougeâtre, très-âcre, très-acide ; écrasées sur un papier

bleui par le tournesol, elles le tachent fortement en rouge; souvent même elles donnent des stries de cette couleur sur les fleurs bleues légères qu'elles parcourent : ainsi leur nature acide est bien prononcée, et tous les essais auxquels on les soumet en fournissent des preuves non équivoques.

17. On a retiré l'acide des fourmis par trois procédés différens; en les distillant à la cornue, en les lessivant avec de l'eau chaude, en étendant des linges imprégnés de dissolution de potasse dans une fourmillière. Dans ce dernier cas, l'acide est combiné avec l'alcali; les deux premiers moyens ont été préférés. La liqueur très-acide qu'on obtient par la distillation des fourmis sèches, à un feu bien ménagé, est couverte d'un peu d'huile. Cet acide fait près de la moitié des insectes : sa pesanteur est à celle de l'eau : : 1.0075 : 1.0000. Quand on l'extrait par l'eau chaude, et en lavant les fourmis, il est mêlé d'une huile. On a conseillé de le faire bouillir pour le purifier et le conserver. On le rectifie mieux par la distillation recommencée plusieurs fois jusqu'à ce que la liqueur soit sans couleur. Très-rectifié, sa pesanteur est à celle de l'eau : : 1.0453 : 1.0000. Il a une odeur piquante assez vive et non désagréable; il est âcre quand on le goûte pur; il devient agréable quand il est étendu d'eau; il rougit fortement les couleurs bleues; il noircit par l'acide sulfurique concentré; il est décomposé rapidement par l'acide nitrique et par le feu; il donne de l'acide carbonique dans cette décomposition. On l'a comparé à l'acide acéteux; on a proposé de le substituer à cet acide pour les usages économiques; et l'on a même commencé à établir cette comparaison sur des expériences positives.

18. Malgré les recherches assez étendues auxquelles on s'est livré sur l'acide formique, depuis une trentaine d'années, on a peu examiné encore ses combinaisons salines. Thouvenel dit que le formiate de potasse, ou le sel tiré des linges imprégnés d'alcali, et étendus dans une fourmillière, cris-

tallise en parallélogrammes aplatis ou en prismes non déliquescens. Le formiate de chaux est soluble et cristallisable. On n'a point décrit les autres formiates. MM. Ardvisson et Oehrn se sont contentés d'énoncer les attractions électives de l'acide formique dans l'ordre suivant : la barite, la potasse, la soude, la chaux, la magnésie, l'ammoniaque, le zinc, le manganèse, le fer, le plomb, l'étain, le cobalt, le cuivre, le nickel, le bismuth, l'argent et l'alumine. Le citoyen Deyeux a examiné soigneusement l'acide des fourmis; et l'a trouvé analogue à l'acide acéteux.

19. Outre l'acide particulier dont je viens de parler, les fourmis contiennent une huile fixe, concrescible, qu'on en extrait par la presse, après les avoir épuisées par l'eau bouillante de tout ce qu'elles contiennent de dissoluble. Cette huile fait presque un dixième de leur poids; elle est d'un jaune verdâtre; elle se fige à une température moins basse que l'huile d'olives; elle se rapproche du suif ou de la cire. L'eau de la décoction des fourmis donne par l'évaporation une sorte d'extrait brun, fétide, acidule et caséeux, d'une saveur aigre, amère et nauséeuse, dont l'alcool et l'eau séparent successivement deux matières différentes. Après l'huile et l'extrait obtenus des fourmis, traitées comme on l'a dit, il reste une matière parenchymateuse et solide, qui forme le cinquième de leur poids. Hoffmann, en faisant digérer de l'alcool sur les fourmis, en a obtenu une matière colorante et aromatique; et il a nommé cette teinture, qui donne un léger précipité avec l'eau, *esprit de magnanimité*, sans doute à cause de sa saveur âcre et de son odeur aromatique. On connaît généralement l'odeur d'ambre que les fourmis portent avec elles, et qu'elles communiquent à tous les alimens qu'elles touchent, ou dans lesquels elles séjournent après s'y être noyées. Cette odeur insupportable pour beaucoup de personnes, a sans doute conduit les médecins à reconnaître une propriété cordiale dans les fourmis. Mais je connais un fait qui doit inspirer quelque défiance sur leur usage médi-

cinale. Un de mes amis ayant avalé des fourmis dans de l'eau, qu'il but avidement la nuit, eut une soif et une chaleur ardentes, avec un sentiment d'âcreté et de douleur vive dans l'estomac. A ces premiers symptômes succédèrent une colique assez forte, et une évacuation alvine qui dura plusieurs jours avec des épreintes violentes. Cette maladie dura quatre jours entiers.

E. *De la résine-laque.*

20. Ce qu'on nomme improprement *gomme-laque* dans le commerce est une résine d'un rouge brun, demi-transparente, sèche et cassante, déposée sur des branchages autour desquels elle forme une ruche ou amas d'alvéoles qui contiennent les œufs d'une espèce d'insecte. On a cru autrefois qu'elle était due à une espèce de fourmis : on sait que c'est un coccus dont la piqûre produit sur les jeunes tiges du *ficus indica*, du *ficus religiosa*, et sur celles du *croton lacciferum*, une exsudation résineuse. On distingue la laque en grains, en bâtons et en plaques ou la laque platte. Les deux premières sont à l'état naturel ; la dernière est la résine fondue et coulée en lames.

21. C'est à tort que quelques chimistes ont autrefois assimilé la laque à de la cire ; sa sécheresse, son odeur aromatique, quand elle brûle, sa solubilité dans l'alcool, en font une véritable résine : elle appartient même véritablement aux substances végétales. Je n'en parle ici que parce qu'elle est le produit constant de la piqûre d'un insecte, et qu'elle n'existerait pas pour nous sans cette piqûre.

22. Il existe dans la laque une matière colorante qui paraît provenir de l'insecte à l'action duquel son écoulement est dû, et dont on trouve les petits enfermés dans les alvéoles. C'est en raison de cette coloration et des cellules destinées à loger les petits, dont cette concrétion est formée, que Geoffroy a comparé cette résine à la cire. On assure que cette résine

sert dans l'Inde pour la teinture des toiles, et au Levant pour celle des peaux nommées *maroquins*.

Son grand usage est de servir à la préparation de la cire à cacheter, dont elle fait la base. Elle entre dans la fabrication des vernis épais de la Chine et du Japon, et c'est pour cela qu'on les nomme *laque* ou *vieux laque*.

On en fait quelqu'usage en médecine comme d'un tonique et d'un astringent externes; elle entre dans les trochisques de karabé, dans les poudres et les opiats dentifrices, dans les pastilles odorantes. L'alcool, en la dissolvant, en tire une forte teinture rouge.

C'est d'après la dénomination de cette résine que l'on a nommé *laques* les préparations de couleurs végétales et animales destinées à la peinture.

F. *De la soie et de l'acide bombique.*

23. La soie est une matière filamenteuse, transparente, assez solide, qui est filée par la chenille de l'espèce de phalène nommée *bombix* ou *ver à soie*, *phalæna mori*. Cette larve, parvenue à son accroissement complet, forme, pour s'envelopper et se changer en chrysalide ou fève, un fil à l'aide de plusieurs trous fins, placés au voisinage de son anus, avec cette substance précieuse dont l'homme a su tirer un si grand parti, et dont le tissu forme un des plus beaux ornemens pour les habits et les meubles. L'insecte, originaire de Chine, et apporté en Europe sous Justinien, est acclimaté dans la plupart des régions de cette partie du monde, et sur-tout dans les pays chauds. Il y a de la soie blanche et de la soie jaune dans la nature. C'est dans deux vaisseaux assez gros, contenus dans l'intérieur de leur corps, et repliés jusqu'aux trous des filières, que se prépare la soie; elle y est sous la forme d'un liquide visqueux et filant, qu'on peut tirer de ces canaux ouverts, et alonger en fils épais qui se sèchent dans

l'eau acidule, et qui imitent très-bien alors la substance d'un crin blanc. On peut l'étendre en membranes très-minces, qui réfléchissent la lumière en présentant les couleurs de l'arc-en-ciel ; elle peut aussi former un très-beau vernis.

24. Quelque mince que soit le fil de la soie préparé par la chenille, il est enveloppé d'un enduit un peu différent du cylindre intérieur, et mêlé d'une matière colorante jaune que l'on enlève pour donner à la soie la douceur nécessaire à la fabrication des tissus et à leur beauté ; c'est ce qu'on nomme *décreuser la soie* : on y réussit avec des lessives légèrement alcalines, du savon, et même avec des acides faibles, le muriatique sur-tout. La soie, après cette préparation, a beaucoup d'analogie avec le tissu des poils et de la corne ; elle donne beaucoup de carbonate d'ammoniaque et d'huile par la distillation. Ce sel formait autrefois les fameuses gouttes céphaliques d'Angleterre. La soie est inattaquable par l'eau à toutes les températures. Les lessives alcalines pures et concentrées la dissolvent après en avoir dégagé de l'ammoniaque. L'acide nitrique la jaunit ; il en dégage du gaz azoté ; il la convertit en acides prussique, oxalique, malique, carbonique, et en une matière grasse. L'alcool ne l'altère en aucune manière ; elle prend les couleurs avec facilité, et les retient opiniâtrement. On connaît les usages multipliés auxquels elle sert, et l'abondance de cette production comparée à la rareté dont elle était encore il y a un siècle et demi.

25. Le ver à soie contient dans un réservoir placé près de l'anus, spécialement à l'état de chrysalide, une liqueur acide qui a été examinée par le citoyen Chaussier. Le papillon en laisse suinter quelques gouttes qui rougissent le papier bleu. Cet insecte exprimé donne un suc qui, mêlé avec l'alcool, précipite un mucilage, une huile, une matière glutineuse, et laisse en dissolution l'acide bombique. En évaporant cette dissolution, on obtient un liquide acide, piquant, d'une couleur jaune ambrée, qui rougit les couleurs bleues, et qui

forme avec ces bases des sels particuliers. On n'a point encore examiné les bombiates, non plus que la nature et la composition de l'acide bombique. On l'extrait aussi en laissant infuser les chrysalides dans l'alcool. Il se détruit par le feu, puisqu'on ne l'obtient pas dans la distillation de ces chrysalides. Il existe un acide analogue dans plusieurs chenilles, dans celle du saule, et dans beaucoup d'insectes. Mais on ne sait s'il est de la même nature que le bombique, et si l'un ou l'autre se rapproche ou diffère de l'acide formique : on peut soupçonner qu'ils sont tous de l'acide acéteux.

G. *De la cochenille.*

26. La cochenille est le corps de la femelle d'un insecte hémiptère, qui naît, croît, est fécondé, s'attache et meurt sur la feuille d'un nopal, nommé *cactus coccinelliferus*, dont elle pompe le suc. Son corps s'y dessèche, et est ramassé par les naturels de l'Amérique méridionale, qui cultivent ou soignent particulièrement cet insecte. On distingue la cochenille sauvage, qui est enveloppée d'une bourre ou soie extérieure, de celle qui est cultivée, et qui perd cette enveloppe en prenant en même temps et une étendue plus grande et une couleur plus riche. On a regardé long-temps cette production comme une graine. C'est au Mexique qu'on fait croître la cochenille, et qu'elle vient spontanément : sa forme, sa structure, le nombre de ses anneaux, tous ses caractères, en un mot, se développent quand on la laisse pendant quelque temps tremper dans l'eau.

27. Cette production donne par l'action du feu les mêmes résultats que toutes les matières animales. On en retire du carbonate d'ammoniaque, de l'huile épaisse et fétide, du gaz hidrogène carboné et sulfuré. On s'est sur-tout occupé de sa partie colorante, parce que c'est par elle qu'elle est fort utile à l'art de la teinture. Elle donne à l'eau bouillante

un cramoisi violet, qui devient rouge et jaune par les acides : ceux-ci en précipitent souvent une fécule de la même couleur ou plus foncée. Les dissolutions métalliques, ajoutées à sa décoction, y forment, en général, un précipité coloré. Le muriate d'étain donne un dépôt d'un beau rouge, plus abondant quand on ajoute du tartre à la décoction. Traité par l'alcool, le résidu de la décoction de cochenille évaporée lui donne une couleur très-rouge, qui prend par l'évaporation de l'alcool la forme d'une résine : celle-ci fournit, comme la portion lie-de-vin de l'extrait non dissous par l'alcool, les produits d'une substance animale par la distillation. La décoction de cochenille se conserve sans putréfaction. La cochenille elle-même reste plus d'un siècle sans changer de nature dans un lieu sec, suivant l'observation de Hellot, qui en a employé une, qui avait été conservée pendant cent trente ans. L'acide muriatique oxigéné jaunit la décoction de cette substance ; et on peut estimer sa bonté par la proportion de ce réactif, qu'on est obligé d'employer pour la décolorer.

28. La cochenille est la plus précieuse et la plus belle des matières colorantes rouges qu'on emploie dans la teinture. On en fabrique les rouges, les cramoisis, les ponceaux, les nacarats, les violets, les écarlates. Cette dernière couleur sur-tout est produite par l'addition du muriate d'étain et du tartre à la décoction de cochenille. Sa partie colorante diffère spécialement de celle de la garance par une plus grande solidité ou inaltérabilité : voilà ce qui fait qu'en séparant de l'eau la couleur de la cochenille par une substance qui l'en précipite, elle reparaît, quoique jaunie par les acides, avec sa couleur primitive peu changée, tandis que dans le même cas la couleur de la garance conserve une teinte de jaune ou de fauve. C'est avec la cochenille qu'on prépare le carmin, espèce de laque précipitée de sa décoction mêlée d'alun par les alcalis ; on y mêle de l'autour et du chouan pour éclaircir par leur jaune le rouge trop foncé de la cochenille, et obtenir

la nuance brillante du carmin. On se sert aussi de la cochenille pour colorer plusieurs préparations alimentaires et pharmaceutiques.

H. *Du kermès.*

29. Le kermès, *coccus infectorius*, est une espèce de coque violette, ou rouge foncée, ou brune éclatante, provenant de la femelle d'un insecte hémiptère qui se fixe et meurt sur les feuilles de chêne vert de Provence ou d'Italie. Cette femelle prend, en mourant et en s'attachant, la forme de calottes hémisphériques, qui ont perdu la figure des animaux primitifs. On enlève ces écailles sèches, qui avaient été prises pendant quelque temps pour des tubercules ou des excroissances de l'arbre : on les a aussi regardées comme les graines de l'arbre ; de là le nom de *graine de kermès*, *graine d'écarlate*. Le duvet blanc qui sert à attacher cet insecte aux feuilles a quelques caractères analogues au caoutchouc, suivant le citoyen Chaptal. On recueille cet insecte dans les mois de mai et de juin ; on étouffe les petits et les œufs contenus sous la coque de la femelle, en faisant macérer le kermès dans le vinaigre ou en l'exposant à sa vapeur. On le fait ensuite sécher au soleil sur des toiles : il prend une couleur rouge vineuse dans cette opération. Celui de Galatie et d'Arménie avait autrefois la préférence : aujourd'hui on le récolte en Espagne, en Portugal et dans le ci-devant Languedoc.

30. Le kermès a toutes les propriétés des matières animales ; il en donne les produits au feu. Sa matière colorante, qui en fait le principal caractère, et qui détermine son emploi, est dissoluble dans l'eau et dans l'alcool. Ces deux dissolvans évaporés laissent un extrait très-coloré. Quand on fait entrer le kermès dans la teinture, on y ajoute de l'alun et du tartre. Il donne une couleur canelle très-vive avec la dissolution d'étain ; les alcalis rosent et ternissent sa couleur. Les nuances qu'ils portent sur la laine ont beaucoup moins d'éclat

que celles de la cochenille ; mais elles ont une plus grande solidité, et on peut en enlever les taches de graisse sans altérer la teinture de l'étoffe. Le rouge de sang des anciennes tapisseries lui est dû. On en combine l'action avec la garance, pour ce qu'on nomme *écarlate demi-graine*. L'addition du muriate d'étain jaunit la couleur du kermès ; c'est pour cela que les teinturiers ne l'emploient plus ou presque plus. La solidité et l'inaltérabilité de cette couleur fait regretter qu'elle ne soit presque plus en usage : c'est au Levant qu'on s'en sert davantage.

En médecine, le kermès était rangé parmi les astringens : il entre dans le sirop de corail et dans la confection alkermès, à laquelle il a donné son nom.

I. *Des pierres d'écrevisses.*

31. Les pierres d'écrevisses, très-improprement nommées autrefois *yeux d'écrevisses* à cause de leur forme, sont des corps concrets, arrondis et convexes d'un côté, comprimés et comme enfoncés de l'autre, que l'on trouve au nombre de deux aux côtés de l'estomac de ce crustacé, à l'époque où son corps ramolli se dispose à former le test calcaire qui le revêt. On croit, avec assez de vraisemblance, que ces concrétions, qui ne se rencontrent dans l'écrevisse qu'à l'époque où elle change de test, sont dues à une espèce de métastase qui transporte la matière calcaire de l'extérieur de leur corps à l'intérieur : elles disparaissent, en effet, à mesure que leur enveloppe extérieure se solidifie en absorbant, à ce qu'il paraît, la substance solide qui s'était portée sur les parois de l'estomac. Ces pierres varient beaucoup en grosseur, et se reforment chaque année.

32. Quand on a extrait les pierres d'écrevisses, on ne fait que les dessécher à l'air et au soleil, et on les débite ensuite pour l'usage médicinal. Les pharmaciens les mettent en poudre, les lavent et les porphyrisent avec un peu d'eau ; ils réduisent

ensuite la pâte qu'ils en forment en trochisques qu'ils font sécher à l'air sur des papiers : c'est ce qu'on nomme *pierres d'écrevisses préparées*. L'eau du lavage, et sur-tout l'eau chaude, enlève aux pierres d'écrevisses une petite quantité de matière gélatineuse qui y est mêlée avec le carbonate de chaux. Ces corps concrets se convertissent en chaux pure par l'action du feu. Quoiqu'on n'en ait pas une analyse exacte, un examen chimique très-sévère, on sait qu'ils sont formés, pour la plus grande partie au moins, de carbonate calcaire. Les pierres d'écrevisses sont entièrement dissolubles dans les acides les plus faibles. Leurs propriétés médicinales se bornent à être un absorbant ou autacide; et c'est à tort qu'on les a rangées autrefois parmi les apéritifs, les diurétiques, les cordiaux.

K. *Des lombrics.*

33. Le lombric terrestre ou le ver de terre, *lumbricus terrestris*, le plus commun de tous les animaux de son ordre, et qui habite les couches superficielles de la terre, d'où il sort en grande quantité dans les temps de pluie, est aussi le seul qu'on emploie à quelques usages, quoiqu'on y ait aujourd'hui, comme médicament, beaucoup moins de confiance qu'autrefois. Quoiqu'on n'ait pas fait une véritable analyse des vers de terre, on sait néanmoins qu'ils donnent par l'action du feu les produits de toutes les substances animales. Plusieurs auteurs de matières médicinales ont même fondé les propriétés qu'ils leur ont attribuées, sur la grande quantité de sel volatil et d'huile que les vers fournissent par l'action du feu.

On les a rangés parmi les sudorifiques et les diurétiques, on les a recommandés dans les affections calculeuses : on les prescrivait desséchés et réduits en poudre. Ils ont été spécialement employés pour la préparation des remèdes extérieurs, et sur-tout cuits avec l'huile, et dans l'intention de résoudre,

de fortifier, dans les douleurs sciatiques, les rhumatismes. Quelques auteurs les ont aussi indiqués comme stimulans externes dans la paralysie. Les lombrics ne sont presque pas d'usage dans la pharmacie moderne.

ARTICLE XXXIV.

De quelques matières particulières aux zoophytes.

1. Les zoophytes, dernière échelle des êtres animés, en raison de la simplicité de leur structure, ressemblent souvent à des branchages et à des ramifications végétales; ce qui leur a fait donner le nom qu'ils portent. Malgré le nombre de leurs espèces et l'immense quantité de leurs individus qui peuplent une grande partie de la profondeur des mers, ils fournissent très-peu de produits utiles à la médecine ou aux arts. Je ne connais que quatre substances qui leur appartiennent, et qui méritent d'être examinées en particulier : ce sont la coraline, le corail, le madrépore et l'éponge.

A. *De la coraline.*

2. La coraline est une espèce d'habitation de polypes encore inconnus, ayant la forme d'une plante, composée d'articulations recouvertes d'un enduit calcaire, et dont l'axe corné envoie des fibres qui traversent la substance crétacée, et qui vont jusqu'à sa surface. Ses articulations sont ovales et portent leurs pointes en bas; ses branches, disposées deux fois en barbes de plumes, sont serrées les unes contre les autres, et imitent un petit buisson pierreux très-touffu. Il y a des quan-

tités immenses de coralines sur les bords de la mer ; elles varient dans les couleurs blanche, grise, verdâtre et rougeâtre : on les distingue par leur forme et leur nature crétacée de la coraline de Corse, qui n'est qu'une espèce de conferve, ou de fucus filamenteux, sans articulations et sans enduit calcaire, et qui forme avec l'eau bouillante, dans laquelle elle se dissout en grande partie, une gelée visqueuse.

3. La coraline a une saveur salée, âcre et désagréable, une odeur de poisson ou de marée très-sensible ; elle croque sous la dent ; elle se brise entre les doigts, et montre facilement sous sa poussière calcaire sa tige cornée intérieure. Elle se dissout dans les acides avec effervescence, et laisse des filamens gélatineux ramollis et dilatés. L'eau n'en tire par l'ébullition qu'une petite quantité de matière gélatineuse ; cependant, à la cornue, elle donne des produits très-sensibles de substance animale, et sur-tout du carbonate d'ammoniaque et de l'huile fétide. On la compte parmi les anthelmintiques et les astringens ; mais elle ne jouit que très-faiblement de l'une et de l'autre de ces propriétés : elle entre dans la poudre contre les vers. Les auteurs modernes la rangent parmi les absorbans.

B. *Du corail.*

4. Le corail, *corallium officin.*, *isis nobilis* de Linné, espèce de zoophyte très-caractérisé par son axe, solide, pierreux, rouge, couleur de rose, ou blanc, strié à sa surface, recouvert d'une écorce d'un rouge aurore, sur laquelle sont creusées des cavités d'où sortent des polypes à huit tentacules dentelés, était autrefois très-estimé et précieux à cause de sa belle couleur, de son tissu dense et susceptible d'un beau poli. On pêche le corail sur beaucoup de plages maritimes, et sous les avances des rochers, sur-tout à l'aide de tringles ou barres de fer placées en croix, qui détachent et enlèvent les branches de cette production. On estime moins les coraux dont les polypes n'existent

plus, et qui ont servi d'attaches à plusieurs autres animaux marins. On dépouille le corail vivant de son écorce charnue, et on met à nu son axe pierreux.

5. Le poli fin et doux que peut recevoir le corail, la belle couleur rouge, incarnate ou rosée qu'il présente, la solidité de son tissu et son inaltérabilité à l'air en ont fait une des matières qu'on employait le plus souvent autrefois à la fabrication des bijous. Les idées avantageuses qu'on s'était formées en même temps de ses vertus avaient conduit à le tailler en amulettes, en polyèdres, en olives, en sphères, en cylindres, à en faire des bagues, des anneaux, des croix, des colliers aux bras et aux doigts, etc.

Depuis que son analyse a prouvé qu'il ne contenait que du carbonate de chaux, un peu de fer, et une petite quantité de matière gélatineuse, on ne l'a plus placé que parmi les matières absorbantes. On a eu autrefois une très-grande confiance dans l'union de l'acide acéteux ou du suc de citron avec le corail, et dans le sel qui résulte de cette combinaison. On le donnait comme antispasmodique, calmant, apéritif et fondant. Ce n'est que de l'acétite ou du citrate calcaire. On le fait entrer dans la poudre de Guttete, la confection de kermès, les trochisques de karabé.

Aujourd'hui on ne l'emploie que dans les préparations des poudres et des opiats dentifrices.

Il ne faut pas le confondre avec le vrai corail qu'on nomme *corail noir*, qui est un *antipathe*, et dont l'axe, formé par une substance cornée, se dessèche à l'air et reçoit un très-beau poli.

C. *Du madrépore.*

6. On donne le nom de *madrépore* à toutes les espèces d'habitations de polypes, d'une nature calcaire, sur lesquelles sont creusées en étoiles les loges où sont placés les animaux qu'ils portent. On les distingue par leur forme en fongites,

méandrites, atroïtes, porites, millépores, et madrépores proprement dits, qui sont caractérisés entre tous les autres par leur tige branchue. Ces derniers portent quelquefois, quoiqu'improprement, le nom de *corail blanc*. La surface de ces corps pierreux en apparence est toute couverte d'une membrane molle et muqueuse, chargée de tubercules vivans, qui sont de véritables polypes. On nomme plus spécialement ces espèces de productions animales des *lithophytes*, à cause de leur nature solide et pierreuse, liée à leur forme de végétaux ou de divisions souvent branchues.

7. Les madrépores séparés de la couche muqueuse animée qui les recouvre, et réduite à la base solide dépouillée de tous les animaux qu'elle portait, ne sont plus que du carbonate de chaux presque pur. Quand on les calcine, ils répandent néanmoins une odeur animale; ils noircissent et se charbonnent, en raison de la petite quantité de substance animale qu'ils recèlent entre leurs interstices : mais ils se réduisent promptement en chaux, ils en fournissent même une très-bonne pour les constructions. Quand on traite les madrépores par les acides, ils sont promptement attaqués avec effervescence; il s'en dégage beaucoup d'acide carbonique, et ils se dissolvent presque tout entiers; à peine laissent-ils quelques traces de lames très-fines ou de flocons détachés de matière gélatineuse, à peu près comme on l'observe pour les concrétions calculeuses de phosphate de chaux ou de phosphate de magnésie. Ces propriétés chimiques prouvent que les madrépores doivent être considérés comme de simples absorbans.

D. *De l'éponge.*

8. L'éponge, dernier degré de l'animalité, et qui, sans aucun organe, n'offre qu'un enduit gélatineux, dont le frémissement ou la contraction légère est le seul signe de vie qu'on puisse y remarquer, est composée d'un tissu fibreux, flexible,

rempli de pores, de cellules communiquant les unes avec les autres, susceptible d'être réduit par la pression à un très-petit espace, de revenir ensuite à son premier volume, absorbant l'eau par une foule de tubes capillaires, prenant par cette absorption une mollesse et une flexibilité remarquables, devenant dur et aride quand il est privé d'eau.

9. L'éponge, après la destruction de la gelée animale qui la recouvre, et après des lavages multipliés, n'offre qu'un tissu élastique, insipide, inodore, fibreux, dont la nature semble se rapprocher de celui d'une peau préparée; sa couleur est brune ou fauve. Elle fournit à la distillation les produits ordinaires des substances animales, du carbonate d'ammoniaque, une huile épaisse et fétide; elle laisse un charbon assez dense d'où l'on tire du muriate de soude et du phosphate de chaux. Elle se dissout difficilement dans les lessives alcalines; les acides l'altèrent à la manière des substances animales, le sulfurique la noircit et la charbone, le nitrique la jaunit, la change en acide oxalique et en matière grasse : elle est inaltérable par l'air et l'eau.

10. Outre les usages économiques auxquels les éponges sont employées dans les maisons pour une foule d'objets de propreté, depuis les plus grossières et les plus volumineuses qui servent à frotter les murs, les pavés, les voitures, etc., jusqu'à celles du tissu le plus fin qu'on apprête pour l'entretien de la peau; elle est utile en chirurgie pour former des espèces de tentes et de bourdonnets destinés à agrandir les fistules, à maintenir leur cavité, à en absorber l'humidité; en médecine, on a beaucoup recommandé l'éponge brûlée et réduite en cendres, pour dissiper les bronchocèles ou les goîtres, pour dissiper les tumeurs scrophuleuses, etc.

QUATRIÈME ORDRE DE FAITS.

Des phénomènes chimiques que présentent les animaux vivans, ou applications de la chimie à la physique animale.

ARTICLE PREMIER.

De l'existence et du genre des phénomènes chimiques qui ont lieu dans le corps des animaux vivans.

1. Dans un grand nombre des articles précédens, j'ai eu de fréquentes occasions de montrer qu'il se présente, au milieu du corps des animaux et pendant l'exercice de leur vie, des phénomènes véritablement chimiques : ce que j'en ai dit, soit dans l'exposé général des propriétés chimiques des substances animales, soit dans l'histoire particulière de chacune de ces substances, ne suffit pas cependant pour remplir le but que je me suis proposé. Je dois tirer maintenant de tous les faits compris dans cette huitième section les résultats généraux qui en sont les véritables corollaires ; je dois réunir et rendre plus éclatantes par leur concentration toutes les vérités dispersées dans cette dernière partie de mon ouvrage : c'est le but de ce dernier ordre de faits.

2. Il faut d'abord reconnaître qu'il existe en effet dans le corps des animaux vivans de véritables phénomènes chimiques, des produits et des changemens dus à l'attraction intime qui

régit les molécules diverses dont se compose le tissu organique des animaux ; que la vie animale ne consiste ni dans le jeu purement mécanique des organes, ni exclusivement dans une force particulière, un principe vital indépendant de toute autre force naturelle, et qu'il semble qu'on n'ait imaginé dans une école célèbre, à l'imitation de quelques médecins illustres du siècle dernier, que pour faire voir l'incertitude et le vide de la physiologie mécanique dont on avait fait un si grand abus. Il faut expliquer quels genres de phénomènes chimiques admet la vie animale, comment ils diffèrent de ceux qu'on observe parmi les fossiles ou même dans le sein des matières animales privées de la vie, quels sont leurs caractères propres, et comment on peut espérer de parvenir à en développer le mystérieux mécanisme.

3. Deux modes généraux de la manière d'être des animaux vivans me paraissent propres à bien prouver qu'il se passe chez eux des actions chimiques très-remarquables ; que la vie consiste en grande partie dans le produit, le résultat de ces actions, et que pour la connaître, autant que cela est donné à l'esprit humain, il est indispensable de soumettre ces actions à l'observation la plus attentive. Un animal, au moment où le germe qui lui a donné naissance, a reçu le premier mouvement vital, ne continue à exister que par l'addition successive de matières étrangères à son propre corps. Ces matières, reçues dans des cavités particulières, s'assimilent à sa propre substance, deviennent peu à peu partie intégrante de ses organes, les augmentent en poids et en étendue, en prenant exactement leur nature. Or la matière végétale qui éprouve cette assimilation dans le corps animé, change vraiment de nature intime, devient un composé chimique nouveau, et différent de ce qu'elle était d'abord. Il est donc bien évident que cela ne peut pas se faire sans que sa combinaison ne varie, ne perde ou ne gagne quelque principe, ou ne change de proportion dans ceux qui la constituent primitivement. C'est l'induction

qu'on doit nécessairement tirer de la comparaison établie entre le composé végétal et le corps animal.

4. A ce premier mode, qui ne peut pas exister sans actions chimiques, si l'on ajoute ce que je compte ici comme second mode de l'exercice de la vie qui prouve celui de ces actions, l'observation des phénomènes qui accompagnent continuellement les fonctions des animaux vivans, il ne restera plus de doute sur le sujet qui m'occupe. En effet, combien de résultats vraiment chimiques n'a-t-on pas lieu de remarquer dans le corps des animaux vivans! Dans tous ses points, des liquides y deviennent solides et s'y concrètent, tandis que des solides s'y fondent et s'y dissolvent ; dans tous ils se développent, il se propage du calorique qui tient des matières constamment liquides : ici des corps concrets se ramollissent et se fluidifient par une vraie dissolution ; là des cristaux salins, des flocons coagulés se déposent, se lient les uns aux autres. Au milieu de cavités et de réservoirs distensibles, des fluides élastiques se forment et se dilatent ; dans des tuyaux recourbés de mille manières, des fluides muqueux s'épaississent ou se liquéfient, s'évaporent ou se condensent ; des corps fades et incolores deviennent colorés et sapides ; des corps huileux se produisent ou se saponifient ; des précipités se forment ou disparaissent ; des sels changent de base ou se décomposent réciproquement ; d'autres sels sont constitués ; des acides se composent ; quelques bases alcalines même semblent se produire ou se former de toutes pièces, etc.

5. Ces effets, sur l'existence desquels on ne peut élever aucun doute pour ceux qui observent sans préjugé et qui savent reconnaître les phénomènes que la nature présente à tous les yeux, ont pour résultat général le changement de la matière végétale en matière animale, une complication plus grande dans la composition, une augmentation dans la proportion de l'azote ou une fixation de ce principe, une pareille augmentation dans l'hidrogène, une formation d'ammoniaque et

d'huile graisseuse ou une grande disposition à la production de ces deux corps, une formation de sels phosphoriques, une volatilisation de l'eau, du carbone, de l'hidrogène excédans à la composition animale en général, un dégagement fréquent de gaz acide carbonique ou de gaz hidrogène carboné et sulfuré ; faits et circonstances qui ont déja été indiqués un grand nombre de fois dans les articles relatifs à tous les composés animaux étudiés précédemment.

6. Mais il faut bien remarquer que les actions où les phénomènes chimiques qui se passent dans le corps des animaux vivans ne sont pas toujours du même genre que ceux auxquels sont soumises les matières animales privées de la vie ; que la nature s'est souvent imposé d'autres lois à cet égard, et qu'il est d'autant plus essentiel de bien apprécier cette différence, qu'elle a fait pendant long-temps la source d'une discussion très-fâcheuse pour les progrès de la chimie animale. Les médecins ont prétendu que les phénomènes chimiques observés dans les matières mortes n'avaient aucun rapport avec ceux de la vie ; que les conclusions tirées des premiers, les seuls auxquels on se soit livré pendant long-temps, ne pouvaient en aucune manière être appliquées aux seconds, et qu'il n'était pas possible d'en tirer aucune lumière pour les explications physiologiques. Quoique cette assertion ne soit pas aussi entièrement vraie qu'on l'a prétendu, elle mérite cependant d'être examinée avec beaucoup d'attention, puisqu'elle a éloigné de bons esprits de la culture de la chimie animale, depuis qu'elle a jeté une si grande défaveur sur ses applications à la physique des animaux.

7. En recherchant avec impartialité ce qui fait différer la chimie animale vivante de la chimie animale morte, on trouve d'abord que l'une étant toute entière hors de la portée de nos instrumens et de nos méthodes d'analyse, ce ne peut être que par l'observation des produits naturels qu'il est permis d'en atteindre les causes et les résultats ; l'autre, au

contaire, celle que le chimiste exerce sur les matières animales hors de la puissance de la vie, est toute entière à sa disposition ; il agit sur ces matières avec des moyens, des instrumens, des réactifs beaucoup plus violens, et que la nature n'emploie point ; elles sont d'ailleurs dans une autre condition que les matières vivantes ; elles ont perdu leur chaleur, leur mouvement, leurs communications avec les organes animés, vivans, irritables, sensibles. Tout dans l'art chimique est troublé, très-actif, décomposant, annihilant ; l'analyse est poussée promptement à l'extrême, à son *maximum* ; la séparation des principes des élémens constituans est toujours instante ; la décomposition est rapidement complète. Dans la nature vivante, l'équilibre de composition est plus stable, les changemens chimiques n'ont lieu que progressivement et, pour ainsi dire, dans leur *minimum*. De légères variations dans la proportion suffisent pour les passages successifs, pour les conversions régulières des matières les unes dans les autres.

8. De là vient que les liquides et les composés organiques qui constituent les corps des animaux pendant leur vie tendent à conserver leur état, à rester dans leur ordre primitif de combinaison, ne s'altèrent et ne changent qu'imperceptiblement, se maintiennent dans leur température, dans leur consistance accoutumée, perdent seulement peu à peu quelques-uns de leurs principes, reprennent ce qu'ils ont perdu pour se continuer dans le même état, et entretiennent cette permanence, cette constance de nature dans les diverses régions du corps où ils sont situés ou qu'ils parcourent. De là dépend cette incorruptibilité, cette fraîcheur, cette opposition, cette résistance à la décomposition septique, à la putréfaction, qui fait un des caractères si prononcés des corps animaux vivans, et un contraste si frappant avec les matières animales mortes. Et en effet, à peine un composé animal a-t-il cessé de participer au mouvement vital, qu'il devient

aussi changeant, aussi altérable qu'il était permanent et stable sous l'empire de la vie ; sa couleur se fane, sa consistance change, une odeur fade d'abord et bientôt repoussante s'en exhale ; il s'en dégage des fluides élastiques fétides ; il s'en écoule une sanie ichoreuse. Son tissu se relâche, et sa nature putride atteste les nouvelles altérations et la décomposition rapide auxquelles ses élémens obéissent. Ainsi la mort est une corruption aussi forte que la vie est une cause de conservation.

9. Mais cette différence, toute grande, toute remarquable qu'elle est, doit-elle empêcher, pour les matières animales, de rapporter ou de comparer les phénomènes que les chimistes observent dans ces matières mortes, à ceux qui existent dans les mêmes matières vivantes, et ne peut-elle pas devenir un sujet d'études ou d'observations utiles ? Ne peut-elle pas fournir des moyens d'apprécier ce qui se passe dans les unes, d'après ce qu'on trouve dans les autres ? Faut-il renoncer à décrire et à déterminer avec précision ce qui arrive aux matières mortes, parce que la même chose n'arrive pas aux matières vivantes ; et l'un de ces résultats peut-il nuire à la connaissance de l'autre ? Je ne pense pas qu'on puisse tirer cette conclusion ; je crois même qu'il faut s'aider de ce qu'on aperçoit d'effets chimiques dans les matières animales mortes, pour apprécier ce qui arrive à ces matières vivantes ; et qu'on ne peut pas concevoir ce que ces dernières éprouvent, si l'on n'a commencé par déterminer avec précision les changemens dont les premières sont susceptibles.

10. D'ailleurs, quoiqu'il existe réellement des différences entre les résultats chimiques qu'on observe dans le corps des animaux vivans, et les produits que l'on obtient de leurs matériaux morts traités par l'art, il ne faut pas nier qu'il n'y ait aussi quelques analogies d'effets dans ces deux genres de substances. Ces différences ont de certaines limites ; elles n'ont lieu que jusqu'à un certain terme, ou par rapport à

quelques propriétés seulement. Il faut remarquer encore que lorsqu'on énonce les propriétés chimiques des matières animales privées de la vie, lorsqu'on range dans cette classe les effets qu'elles donnent par des réactifs qu'on y mêle, on ne prétend pas que ces effets auraient lieu exactement de la même manière sur ces matières vivantes. Aucun chimiste moderne ne commet cette erreur ; ils savent tous qu'une haute température, par exemple, n'agit pas sur les parties ou sur ces liquides des animaux vivans, comme sur ces parties ou ces liquides, après leur mort ; que leurs organes et leurs fluides résistent à l'action des acides et des alcalis, comme à celle de la chaleur ou du froid par la puissance vitale qui les anime. Mais ils savent aussi que cette résistance à l'action des agens chimiques est bornée et reconnaît un terme ; que si l'on affaiblit l'énergie de ces agens même dans leur effet sur les matières animales mortes, il devient nul comme sur les vivantes, ou qu'en la rendant très-forte sur celles-ci ils agissent alors comme sur ces matières mortes. Enfin ils n'appliquent pas immédiatement et dans tous les cas ces résultats aux matières vivantes, et ils ne s'en servent que comme instrumens pour connaître les composans de ces matières.

11. Telles sont les réflexions générales qui doivent précéder les applications des connaissances chimiques à la physique des animaux : elles sont destinées à détruire également et les préjugés qu'on a répandus contre l'utilité de ces applications, et les abus qu'on a faits de la chimie pour l'explication des phénomènes de la physiologie. J'ai dû les réunir ici comme une sorte d'introduction à la chimie animale, parce qu'elles forment les véritables bases des raisonnemens qu'on emploie aujourd'hui sur cette branche de la chimie ; parce qu'elles doivent diriger les conceptions de ce qu'il y a de phénomènes chimiques dans la physiologie ; parce qu'elles prouvent enfin qu'on ne peut pas se flatter de concevoir ce qu'il est

permis à l'homme d'atteindre dans le mécanisme de l'économie animale, sans la connaissance des propriétés chimiques des fluides et des solides qui la constituent. En parcourant actuellement chaque fonction des corps animaux vivans, les applications que je ferai connaître seront les développemens de ces vérités fondamentales, et les preuves multipliées de l'influence indispensable que doit avoir la chimie actuelle sur la physique animale.

ARTICLE II.

Des phénomènes chimiques qui ont lieu dans la respiration.

1. La respiration, qui, dans les animaux où elle est la plus complète, exercée par des poumons vésiculaires, composée des deux mouvemens d'inspiration et d'expiration, est une des fonctions les plus nécessaires à la vie, et sans laquelle celle-ci ne peut pas exister, est aussi une de celles qui ont reçu la plus vive lumière des connaissances chimiques modernes. Les hypothèses qu'on avait imaginées pour en déterminer les usages depuis Aristote jusqu'à nos jours, ont été détruites : des vérités que la chimie seule pouvait découvrir en ont pris la place ; elles ont pris leur source dans les connaissances exactes acquises sur l'air, et dans les moyens d'analyser ce fluide que la doctrine pneumatique a seule pu fournir.

2. C'est par des expériences sur le sang, sur la respiration même, sur l'air avant son entrée dans les poumons et à la sortie de ce viscère, que les vérités dont je parle ont été trouvées. Cygna, Prietsley, Crawford, Hamilton, et sur-tout Lavoisier et Séguin, se sont livrés successivement aux re-

cherches qui les ont fait découvrir. Du sang veineux et artériel exposé aux différens gaz ; des animaux enfermés dans des cloches à l'air dans diverses circonstances ; l'examen de l'air à différentes époques de ces expériences ; l'homme lui-même soumis, à l'aide de machines ingénieuses, aux efforts de l'air et de mélanges aériens variés : tels sont les principaux moyens qui ont été employés pour résoudre le problème de la respiration ; et quoiqu'il y ait encore des doutes et des incertitudes sur les résultats de ces expériences, elles ont cependant jeté sur cette importante fonction un jour que toutes les données anciennes de la physiologie n'auraient pas pu procurer sans les moyens et les instrumens de la chimie moderne.

3. On a trouvé que l'air qui entre dans les poumons s'altère, et que la proportion de gaz oxigène y diminue progressivement ; que les animaux, dans un temps donné, n'usent pas plus de gaz oxigène nécessaire à l'entretien de leur vie, soit qu'on le leur fasse respirer seul, soit qu'il se trouve mêlé au gaz azote en différentes proportions, pourvu qu'il soit au moins un dixième du mélange ; qu'il se forme du gaz acide carbonique pendant l'inspiration ; qu'il se produit aussi une certaine quantité d'eau indépendamment de celle qui sort immédiatement et toute formée du sang par la transpiration pulmonaire ; que lorsque dans la respiration, comme par une addition extérieure de ce gaz, la proportion de l'acide carbonique va jusqu'à $\frac{1}{6}$ de l'air, l'exercice de cette fonction est accompagnée d'un grand mal-aise ; que la quantité de gaz azote n'est ni plus grande ni plus petite, et reste exactement la même dans l'air expiré qu'elle était dans l'air inspiré, et que ce gaz n'influe pas sur la respiration ; que la consommation de l'air dans la respiration augmente après le repas, lorsqu'on soulève des fardeaux, lorsqu'on fait un exercice quelconque, sur-tout dans une course rapide.

4. De ces premiers effets déterminés exactement par l'expérience, les physiciens modernes ont conclu que le gaz oxigène

est le principe de l'air utile à la respiration, qu'il y sert à une combustion, qu'il y brûle de l'hidrogène carboné séparé du sang veineux, qu'il s'y forme ainsi du gaz acide carbonique et de l'eau, ou bien que l'oxigène est absorbé par le sang et remplacé dans l'air pulmonaire par de l'acide carbonique et par de l'eau; ce qui rend à la vérité le problème indéterminé. Mais si l'on remarque que le sang veineux exposé au gaz oxigène le convertit en acide carbonique; que la combustion de l'hidrogène carboné dans le gaz oxigène a lieu dans une foule de matières organiques végétales ou animales, même à des températures très-basses, il ne paraîtra plus douteux que ce composé surabondant par l'effet de la circulation brûle véritablement dans les poumons, et que le gaz oxigène de l'air se combine dans les vésicules pulmonaires avec ces deux principes, l'hidrogène et le carbone, de manière à former de l'eau et de l'acide carbonique, qui n'existaient auparavant ni dans le sang ni dans l'air.

5. Quoique cette combustion de l'hidrogène carboné du sang, et cette conversion de l'oxigène atmosphérique en eau et en acide carbonique, soit le principal phénomène de la respiration, il n'y a pas lieu de douter qu'une petite portion de ce fluide vital ne soit en même temps absorbée par le sang, et ne contribue, avec la perte ou le dégagement de l'hidrogène carboné, à changer la nature et les propriétés de ce liquide. Ainsi le problème indéterminé dont j'ai parlé, ne l'est véritablement que par rapport à la proportion de l'oxigène atmosphérique absorbé, et à celle du même oxigène employé à brûler l'hidrogène et le carbone, à former l'eau et l'acide carbonique. Il est vraisemblable que cette proportion, ce partage de l'oxigène absorbé ou brûlant, varie suivant beaucoup de circonstances qui seront appréciées par la suite, et dont la connaissance donnera plus de précision à celle du mécanisme et des usages de la respiration.

6. De la combustion de l'hidrogène carboné, principal

phénomène opéré par l'air pendant l'inspiration, résultent deux effets importans pour la nature du sang ; et c'est dans ces deux effets que consiste un des plus importans usages de la respiration. Le sang se trouve dépouillé d'un principe surabondant qui le surchargeait et qui l'empêchait de servir à la vie ; sa nature se trouve changée et sa composition renouvelée ; de manière qu'il devient susceptible de remplir les fonctions auxquelles il est destiné, comme je le ferai voir à l'article de la circulation. D'un autre côté, le gaz oxigène ne peut pas brûler l'hidrogène et le carbone du sang, sans se condenser, sans perdre ou laisser dégager une portion du calorique qui le tenait fondu en fluide élastique ; et ce calorique devenu libre se porte sur le sang, dont il élève la température. La portion même de ce gaz qui se condense dans le sang, laisse aussi se développer par la condensation même une partie de son calorique, qui contribue à échauffer ce liquide.

7. Ainsi, suivant les premières idées de Crawford et de Lavoisier, l'une des principales utilités de la respiration et l'un des usages les plus remarquables de l'air reçu dans les poumons, c'est la production de la chaleur animale : à l'aide de la combustion qui s'y opère, le sang est échauffé et maintenu à la température qui caractérise ce liquide. L'explication chimique de ce qui se passe dans la respiration est toute contenue dans l'énoncé suivant : L'attraction de l'hidrogène carboné du sang, et du sang tout entier pour l'oxigène est plus forte que les attractions réunies du calorique pour l'oxigène, et de l'hidrogène carboné pour le sang ; le gaz oxigène atmosphérique est décomposé ; sa base s'unit à l'hidrogène et au carbone ou se condense dans le sang, tandis que son calorique dégagé se combine avec ce liquide. Le sang d'ailleurs absorbe d'autant plus vîte le calorique, qu'en perdant son hidrogène carboné il augmente de capacité pour le calorique, comme on le verra dans l'article suivant.

8. Ces effets de la respiration s'accordent tellement avec les phénomènes connus de cette fonction, que la comparaison et la réunion de ces phénomènes donnent une force nouvelle à la théorie fournie par les expériences modernes. La chaleur des animaux est constante tant que la respiration suit les mêmes lois. Quand les inspirations deviennent plus grandes et plus fréquentes par l'exercice, la course, le chant, les efforts, la chaleur croît comme les mouvemens respiratoires. Dans les faiblesses morbifiques, quand le spasme diminue et ralentit les inspirations, aux approches de l'agonie, le corps se refroidit à mesure que la respiration se concentre ou s'éteint. Les animaux qui respirent peu ou qui peuvent rester quelque temps sans respirer, ou qui ne respirent point de l'air, comme les tortues, les grenouilles, les serpens, les poissons, n'ont pas le sang sensiblement plus échauffé que le milieu qu'ils habitent; on les nomme même, à cause de cette propriété, *animaux à sang froid*.

ARTICLE III.

Des phénomènes chimiques qui ont lieu dans la circulation.

1. La cause et les effets de la circulation du sang étaient également ignorés avant les nouvelles découvertes de la chimie; il régnait dans cette fonction une obscurité qui paraissait d'autant plus profonde, et plus désespérante, que les organes qui y président étaient très-bien connus : tout était fait pour l'anatomie, tandis que tout restait à faire pour la physiologie. On ignorait, et ce qui produisait le mouvement du cœur, et ce qui distinguait le sang veineux du sang artériel, qu'on savait bien

être différent, et les changemens qu'éprouvait ce liquide dans la circulation artérielle et veineuse, et ce qui lui arrivait par son mélange avec le chyle, et la cause de la grande influence qu'il avait sur la vie, ainsi que sur les autres fonctions de l'économie animale. Tout ce qui tenait à cette fonction primitive était un mystère qu'on avait cru impénétrable. La chimie seule a commencé cette partie de la physiologie, sur laquelle on désespérait encore, il y a quelques années, de pouvoir acquérir de véritables lumières.

2. C'est en étudiant les phénomènes de la respiration que la chimie moderne a trouvé plusieurs de ceux de la circulation qui avaient échappé aux recherches des physiologistes; elle s'est d'abord occupée de la différence du sang veineux arrivé aux cavités droites du cœur, d'avec le sang artériel qui sort des poumons et parvient aux cavités gauches du cœur, différence sur laquelle il était peut-être permis à Haller de jeter quelque doute comme anatomiste, malgré les données recueillies par Galien, Lower, Schreiber, Willis, Swammerdam, Duverney, Verheyen, Schwencke, Lancisi, Mayow, Pitcarn, Severinus, Helvétius, Michelotti; différence qui pour n'être quelquefois pas apparente à l'œil, n'en est pas moins réelle, et qui se tirerait uniquement de la nature des choses et de la plus légère considération sur les fonctions et les organes. La couleur rouge éclatante du sang artériel, violette et presque noire du veineux, la température plus élevée, la pesanteur moins grande, l'état spumescent du premier, opposé à ces propriétés considérées dans le second, ont appris que ce liquide prenait de nouveaux caractères dans les poumons et par l'influence de l'air, qu'il y perdait de l'hidrogène carboné, qu'il y acquérait du calorique et de l'oxigène, qu'il changeait véritablement de nature, qu'il s'y reconstituait en quelque sorte pour une nouvelle vie.

3. Ces propriétés nouvelles, ce changement de nature, cette perte de l'hidrogène carboné remplacé par du calorique et de

l'oxigène, donnent un sang revivifié, la puissance d'irriter le cœur et d'en exciter la contraction, par laquelle le mouvement vital se perpétue. Tous ces effets tiennent tellement à l'air contenant de l'oxigène, que sans sa présence la respiration s'arrête, le sang reste noir et veineux, le cœur ne se meut plus et perd même sa force irritable, et la vie ne peut plus même être rappelée, comme on le voit dans les asphixies prolongées. Crawford, par d'ingénieuses expériences, a confirmé et précisé ce beau résultat des découvertes modernes; il a prouvé que la capacité du sang artériel pour le calorique était à celle du sang veineux :: 11.5 : 10, et qu'à mesure que ce dernier se revivifiait en quelque sorte dans le poumon, il acquérait et perdait son hidrogène carboné, la propriété d'absorber plus facilement la matière de la chaleur.

4. Ce que fait si manifestement le sang sur le cœur, cette puissance qu'il y excite et qu'il y insère en même temps de se mouvoir, de se contracter et de pousser ce liquide par son ventricule gauche jusqu'aux extrémités artérielles, tandis qu'à peine peut-il donner aux parois plus minces du ventricule droit la force de l'envoyer aux rameaux pulmonaires peu distans, il le fait aussi sur toutes les fibres musculaires des différentes régions. Il porte, avec la chaleur et la vie, la force stimulante et existante dans tous les muscles. Intimement uni avec le chyle, qui lui rend en s'y versant près de la base du cœur la matière qu'il a perdue en circulant, il animalise ce produit de la digestion, qui neutralise de son côté l'animalisation trop avancée du sang; il se mêle et se combine profondément avec lui, il s'associe une nouvelle proportion de principes destinés à réparer ce qui s'en échappe de toutes parts dans les organes qu'il arrose. Dans cette combinaison du sang avec le chyle, il paraît que la conversion du phosphate de fer saturé et blanc que ce dernier contient, en phosphate de fer rouge suroxidé, est due à l'effet double et simultané du sang, de la soude et de l'oxigène de l'air; la première, comme enlevant une portion

d'acide phosphorique et mettant un excès de fer à nu ; le second, comme suroxidant et rougissant celui-ci : de sorte que c'est par ce mécanisme chimique que se produit et que s'exalte la coloration du sang. Ainsi le rapport et la simultanéité d'effets de la circulation et de la respiration sur le sang constituent, sous le point de vue de la composition de ce liquide et par les diverses modifications que j'ai décrites, ce résultat si incompréhensible jusqu'ici, que les physiologistes ont désigné par le nom d'*hématose*.

5. Des phénomènes en quelque sorte inverses ont lieu dans l'acte même de la circulation, et sur-tout aux extrémités des rameaux artériels, aux confins du système circulant, et dans tous les lieux, dans toutes les surfaces où aboutissent ces extrémités entre leurs dernières filières et le principe des bouches veineuses. Le sang artériel distribue par-tout la chaleur, l'irritation et la vie ; il transmet de plus la matière nourricière albumineuse ou fibreuse ; il laisse exhaler une portion d'eau de sa propre substance ; il devient peu à peu surchargé de carbone et d'hidrogène. Par ce changement de nature, une partie de son calorique spécifique s'évapore ; il perd en même proportion de ses facultés vitales ; il meurt en quelque sorte ou au moins il devient de moins en moins capable d'entretenir et de propager la vie dans les organes. L'oxigène, plus intimement adhérent et combiné à ses élémens en leur donnant la concrescibilité et la plasticité qui président à sa qualité réparatrice et nourrissante, s'en sépare avec les fluides qui se déposent dans les organes, ou qui s'échappent dans le système absorbant : modifié dans sa composition, dépouillé dans une partie de ses principes, vieilli et affaibli dans sa puissance vivifiante, il faut qu'il retourne au centre de la respiration et de la circulation, au confluent du chyle réparateur, pour reprendre toutes ses premières propriétés, et pour retrouver dans les effets que j'ai déjà décrits l'équilibre de combinaison, d'aération, d'oxidation et de température qui le constitue sang artériel.

ARTICLE IV.

Des phénomènes chimiques qui ont lieu dans la digestion.

1. La digestion, fonction par laquelle les alimens reçus dans l'estomac sont convertis en chyle destiné à réparer et à renouveler le sang, présente une suite si considérable de phénomènes chimiques, qu'il semble qu'elle soit entièrement du ressort de cette science, et qu'elle ne puisse être bien conçue ou bien expliquée que par les principes de la chimie. Aussi est-ce de toutes les fonctions animales celle dont les chimistes se sont le plus occupés, celle qu'ils ont soumise aux plus nombreuses expériences, et pour la théorie de laquelle ils ont trouvé le plus de résultats. Et en effet puisqu'elle consiste toute entière dans l'appropriation des substances alimentaires, et dans des changemens de nature tels que ces substances deviennent susceptibles de reniplacer la portion des liquides et des organes même qui se détruit sans cesse par les mouvemens vitaux, il n'est pas possible de ne pas la considérer comme une véritable opération chimique.

2. Les alimens placés dans la bouche sont d'abord broyés et mélangés avec la salive ; la division qu'ils reçoivent par l'action des dents y introduit dans tous les points et le suc salivaire et l'air que ce suc est si susceptible de retenir, comme le prouve sa propriété écumeuse. De cette atténuation et de ce mélange résulte, pour le bol alimentaire, une disposition à se ramollir, à se fondre et à se rapprocher déja de la matière animale. Dans la déglutition, et le long de l'œsophage que ce bol parcourt, il se pénètre encore de liquide animalisé, de suc œsophagien qui lui donne toujours le caractère d'animalisation. Il y a même des animaux, sur-tout parmi les oiseaux

et les reptiles, chez lesquels la digestion des alimens commence dans l'œsophage : ce dernier cas, à la vérité, ne s'observe que dans les espèces qui n'ont pas d'organes de la mastication, et qui avalent leur proie sans la diviser. On voit souvent, dans les serpens, des animaux tout entiers, non encore descendus dans l'estomac, et déja fortement ramollis dans la partie de l'œsophage où ils sont contenus.

3. C'est dans l'estomac que s'opère la véritable digestion. Les expériences de Réaumur et de Spallanzani ont prouvé sans réplique que les alimens y sont dissous par le suc gastrique ; que ce suc a une énergie dissolvante très-grande, et qui s'exerce sur toutes les matières organiques, même les plus dures, telles que les cornes ou les os ; que la dissolution des alimens qui en résulte les réduit en quelques heures, trois ou quatre au plus tard, en une espèce de bouillie demi-liquide, homogène, quelquefois légèrement acide, le plus souvent douce et presque sans saveur, d'une couleur grise, et qu'on nomme chime ou chimus. On sait que la pression des estomacs musculeux, la chaleur qui y réside constamment, le mouvement propre ou des parties voisines qui y a lieu, ne sont que des circonstances auxiliaires qui peuvent bien favoriser, accélérer la dissolution ou la digestion des alimens, mais qui ne sont pas capables de la produire par eux-mêmes. On sait encore, d'après les mêmes expériences, que le suc gastrique, si antiseptique de sa nature, qu'il préserve long-temps de toutes les altérations les matières animales qu'on y plonge, et qu'on l'a employé avec succès comme topique antiputride, non seulement empêche toute fermentation des alimens dans l'estomac, mais encore corrige et détruit les premières altérations putrides qui existent dans la nourriture animale.

4. Quoiqu'on n'ait rien trouvé par l'analyse du suc gastrique qui puisse servir à expliquer, *à priori*, les effets remarquables qu'il produit dans la digestion des alimens ; quoique les phosphates, le mucilage animal, les muriates, l'acide libre qu'il

contient ordinairement ne puissent pas suffire pour rendre raison de ses propriétés, il est reconnu que celles-ci sont, non seulement très-énergiques, comme je l'ai dit, mais même constamment agissantes, qu'elles s'exercent dans tous les temps, dans toutes les circonstances de la vie, et même quelques heures après la mort; les parois de l'estomac ne sont pas même à l'abri de sa puissance dissolvante. Le célèbre Hunter a trouvé bien des fois l'estomac aminci, usé et presque perforé dans les parties où ce suc s'amasse, et sur-tout à la suite d'un long jeûne, et dans les cadavres de personnes mortes après une maladie dont le cours s'était prolongé.

5. Les alimens digérés, réduits en bouillie, unis au suc gastrique qui les a pénétrés et dissous, parvenus, à l'aide du mouvement naturel qui les porte du *cardia* au pilore, dans la cavité du premier intestin duodenum, y rencontrent le suc pancréatique et la bile, qui me paraissent agir sur la masse chimeuse d'une manière que les physiologistes ont jusqu'ici méconnue. On a dit que la bile, comme savon, servait à mêler les huiles, les graisses alimentaires avec l'eau, et à réduire le tout à l'état d'une espèce de liqueur émulsive qu'on nomme *chyle*. Ce ne peut pas être là son usage, puisqu'il y a tant d'alimens qui ne contiennent ni graisse, ni huile, et tant d'animaux qui ne prennent jamais de pareille substance parmi leur nourriture. Il me paraît que la bile unie au suc pancréatique opère une vraie précipitation de la substance chimeuse; qu'elle se décompose elle-même en décomposant celle-ci; que cette décomposition consiste dans une séparation de la liqueur chyleuse, douce, blanche, laiteuse, qui retient avec la partie la plus fluide de l'aliment digéré, la substance alcaline et saline de la bile, et dans une concentration de la portion la plus épaisse, la moins digérée, mêlée avec la partie colorante et huileuse de la bile, formant la matière qui doit devenir excrément.

6. Par le mécanisme vraiment chimique, la portion grais-

seuse de la bile s'écoule, et le trop plein de la matière hidrogénée animale est évacué en même temps que la partie la plus grossière, la plus solide et la moins digérée des alimens. La masse ainsi précipitée ou décomposée parcourt lentement le canal intestinal par le mouvement péristaltique naturel de ce viscère. Dans son trajet, elle est pressée par la contraction successive des anneaux et des bandes musculaires des intestins; cette pression en fait sortir le liquide chyleux, qui est pompé par les vaisseaux absorbans et chylifères; la masse, privée, dans toute la continuité des intestins grêles, de cette partie fluide et douce, s'en épuise peu à peu, prend plus de consistance et de solidité, se combine plus intimement avec la matière huileuse et colorante de la bile, s'altère plus ou moins fortement, se fonce et se dessèche de plus en plus dans les gros intestins, prend le caractère d'excrémens, parvient enfin au rectum dont elle stimule les parois de manière à solliciter et à faire naître le besoin qui doit la faire expulser.

7. Quand cette fonction s'exerce dans toute sa force et son intégrité, il ne se dégage aucun fluide élastique dans l'estomac et les premiers intestins; il ne se forme d'acide carbonique que vers les dernières régions du tube intestinal, et à l'époque où descendu dans cette partie du canal, le résidu des alimens déja convertis en véritable excrément commence à éprouver, par son séjour et la chaleur, les premiers mouvemens de l'altération spontanée ou putride dont il est susceptible. Le gaz qui se développe dans l'estomac, les vents, les gaz hidrogènes carboné et sulfuré qui distendent les intestins, et qui sont quelquefois d'une grande fétidité, ne dépendent que d'une digestion troublée, d'une faiblesse et d'une inertie dans la qualité, ou d'une diminution dans la quantité du suc gastrique, d'une altération dans la bile, circonstances qui concourent quelquefois à laisser à la masse alimentaire la propriété d'éprouver, au lieu de se convertir en chyle, la fermentation qui lui appartient, lorsque les liquides digestifs ne sont pas assez forts ni assez abondans

pour en comprimer et en arrêter la naissance. Aussi ces cas sont-ils accompagnés de gonflement du ventre, d'évacuations liquides, âcres, fétides, diarrhéiques, et de douleurs plus ou moins vives.

8. Les phénomènes et les résultats de la digestion sont tellement chimiques, qu'on peut les réduire à l'action d'un liquide dissolvant, et au passage de l'aliment dissous dans des tubes capillaires : aussi est-ce une des fonctions dont l'appareil est le moins compliqué, qui n'exige que des organes simples, qui ne reçoit que très-peu d'influence, et qui n'a pas besoin du concours de la plupart des autres fonctions, qui se trouve constamment et facilement exécutée dans les animaux de l'organisation la moins compliquée, dans ceux même qui manquent de cerveau, de nerfs, de cœur et de vaisseaux. Elle répond en quelque sorte à la simplicité d'effets qui a lieu dans les racines des plantes. Comme indispensable à l'entretien du corps et de la vie des animaux, elle s'exerce avec beaucoup de facilité ; elle échappe à l'action de beaucoup de causes et d'organes extérieurs, quoiqu'elle n'y soit pas entièrement étrangère chez l'homme, à cause de l'énergie, de la sensibilité et du grand nombre de filets nerveux qui enveloppent ou qui avoisinent l'estomac.

ARTICLE V.

Des phénomènes chimiques qui ont lieu dans la sécrétion et dans la transpiration.

1. La secrétion ou la séparation de plusieurs liquides différens du sang dans divers organes du corps des animaux, est peut-être la fonction la moins connue en même temps qu'elle est la plus généralement répandue. On la trouve dans les végétaux, où il est en effet très-fréquent de voir la sève donner naissance à des sucs propres et divers dans leurs différentes parties, où l'on a même poussé l'analogie jusqu'à admettre

des glandes et un système glanduleux. Les physiologistes ont imaginé beaucoup de théories successives pour expliquer la secrétion ; toutes sont plus ou moins hypothétiques ou invraisemblables. Elles supposent pour la plupart les divers fluides animaux tous formés et tous contenus dans le sang : de sorte que la secrétion ne consiste, suivant cette opinion, que dans leur séparation par les glandes. On croit en faire concevoir le mécanisme par la différence de diamètre, de longueur, de plis des vaisseaux, et même par la variété de forme des trous dont on croit que le système glandulaire est perforé : de là les expressions de cribles et de filtres, si fréquemment employées en physiologie.

2. Il n'est plus permis de regarder le sang comme un mélange de tous les liquides animaux, et de le supposer formé de salive, de bile, de suc gastrique, d'urine, etc., puisque l'analyse la plus exacte n'y montre point ces liqueurs ; et quoique tous leurs matériaux, ainsi que ceux des solides, y soient effectivement contenus, ils y existent sans être combinés comme ils le sont dans chacun de ces corps. Le sang est manifestement une liqueur homogène, d'une seule nature générale, disposé seulement à former toutes les matières animales, depuis le liquide le plus transparent et le moins chargé, telle que l'humeur de la transpiration, jusqu'au tissu solide et dur des os ; il sert à constituer la salive, la bile, l'urine, comme il sert à réparer la chair musculaire, les membranes, les viscères ; mais ces diverses matières n'y sont pas toutes contenues ou toutes formées, et la secrétion ne peut pas être confondue avec une séparation, une filtration, comme on l'a prétendu.

3. Puisqu'on ne peut pas regarder la secrétion comme une opération mécanique, il faut qu'elle appartienne aux phénomènes chimiques ; il faut qu'elle consiste dans un changement de nature que le sang subit dans chaque organe glanduleux ou secrétoire : aussi voit-on qu'aux environs de chacun de

ces organes ou de ces systêmes organiques, les vaisseaux sanguins sont disposés de manière à permettre au liquide qu'ils renferment de prendre une nature vraiment particulière, à y faire naître, à y produire des modifications déterminées dans sa composition. C'est une disposition préparatoire, une sorte d'appropriation qui n'a point échappé aux physiologistes les plus ingénieux. Nulle part cette préparation n'est plus marquée qu'aux environs du foie ou dans le systême hépatique; je l'ai assez énoncé à l'article de la bile et de la graisse.

4. L'analogie, dont la lumière est trop souvent le seul guide qui puisse jusqu'ici nous conduire dans la physiologie, porte nécessairement à penser qu'il doit en être de tous les organes secrétoires comme de celui de la bile; que la structure des vaisseaux qui les avoisinent et qui les pénètrent, que le nombre même de ces vaisseaux, que la proportion variée des rouges et des blancs, la température différente qui suit cette proportion, en un mot toutes les circonstances de l'organisation qui peuvent influer sur la nature des liquides dont ils sont les conducteurs, doivent être assez diversifiées pour faire naître dans le travail chimique des humeurs une disposition à devenir de la salive aux environs des glandes salivaires, de l'urine aux environs des reins, etc. On peut concevoir que cette disposition, dépendante de l'appareil vasculaire, consiste spécialement dans le ralentissement, l'accélération, le refroidissement ou l'échauffement du sang, la perte ou l'absorption de quelques principes; que c'est à cela que doit être rapportée la nature diverse du sang dans les régions différentes du corps; qu'ainsi le sang aéré des parties supérieures semble disposé à former des liquides légers, écumeux, etc.; que le sang ralenti et hidrogéné de la veine-porte est déja tourné vers le caractère huileux de la bile, etc., etc.

5. La chimie ne peut encore fournir sur cet objet que des généralités; et si l'on conçoit que c'est à elle à expliquer les causes et les produits des secrétions, il faut qu'elle soit beau-

coup plus avancée qu'elle ne l'est encore, qu'elle ait des travaux beaucoup plus nombreux, des recherches beaucoup plus exactes, des analyses animales beaucoup plus multipliées qu'elle n'en possède, pour pouvoir faire connaître ce qui se passe dans chaque espèce de secrétion en particulier. Il faudra déterminer la température, la consistance et la nature du sang cérébral, celles du sang de la veine-porte, du sang des artères rénales, avant de concevoir le mécanisme des secrétions qui ont lieu dans le cerveau, dans le foie, dans les reins. Il ne sera pas moins nécessaire de mieux connaître la structure des glandes, et de pousser cette partie de l'anatomie au-delà du point où elle est parvenue, afin de rechercher quel genre d'influence exercent l'organisme et le tissu vasculaire dans la formation des fluides divers.

6. La secrétion, considérée, comme on l'a vu dans les quatre numéros précédens, étend beaucoup la limite de cette fonction, puisqu'il faut la définir aujourd'hui tout changement de nature dans le sang, d'où résultent la formation et la séparation d'une matière animale liquide ou solide, soit que cette matière soit destinée à rester dans l'intérieur des organes, soit qu'elle doive être rejetée hors du corps. Ainsi, outre la secrétion des liquides cérébraux, des larmes, du mucus nasal, de la salive, du cérumen, des sucs bronchique, gastrique, pancréatique, de la bile, de l'urine, de l'humeur transpiratoire, du liquide des cavités intérieures, du sperme et du lait, il faut comprendre dans cette fonction la séparation et le dépôt dans les différens organes des matières qui les constituent et les réparent, de l'albumine du cerveau et des nerfs, de la gélatine des membranes, de la fibrine des muscles, du phosphate calcaire et gélatineux des os.

7. Quoique la plupart de ces matières paraissent être toutes contenues dans le sang, leur précipitation dans les tissus auxquels elles appartiennent ne peut pas être regardée comme une simple séparation ; puisqu'elle est accompagnée d'une modification dans les propriétés, dans la nature et la composi-

tion de chacune de ces matières ; puisque, comme je l'ai fait voir dans l'histoire chimique de chacune d'elles, la pulpe cérébrale n'est pas exactement la même matière albumineuse que celle du serum du sang ; la gélatine n'est pas isolée dans ce liquide comme dans le tissu membraneux ; la fibrine musculaire n'a pas un caractère absolument identique avec celle qui existe dans le fluide sanguin, et le phosphate de chaux n'est pas associé dans ce dernier au corps gélatineux qui en lie les molécules dans le tissu osseux. Il suit de là que la secrétion admet toujours dans son exercice un changement, une modification quelconque dans la matière qui en est le produit.

8. Parmi les diverses espèces de secrétion, il en est peu qui aient autant de rapports directs avec les phénomènes chimiques que la transpiration, à cause de l'air qui en reçoit le produit, et du contact de ce fluide qui est nécessaire à son entretien. Quoiqu'il y ait encore beaucoup de recherches à faire sur cette fonction, sur la quantité et la nature du liquide qui sort par la peau, sur les variations qu'elle éprouve, sur le genre d'influence qu'elle reçoit de l'intérieur du corps animé et de l'état des organes, la chimie moderne a déja trouvé, dans ses théories aussi exactes qu'ingénieuses, des résultats capables d'exiger des changemens dans les opinions des physiologistes et des médecins sur la transpiration ; ils sont dus sur-tout aux expériences faites en commun par Lavoisier et le citoyen Séguin. A la vérité, ces résultats ne sont relatifs qu'à l'action de l'air, qui n'a été que très-peu connue, ou que très-inexactement étudiée jusqu'ici, et sur laquelle Sanctorius, Dodart, Keil, Bryan Robinson, J. Rye, Gorter, Linings, Hartman, malgré leurs nombreuses expériences, n'ont eu que des notions imparfaites, ou même des idées erronées et contraires à la vérité.

9. La transpiration n'est, par rapport à la surface cutanée par laquelle elle a lieu, qu'une évaporation d'un fluide en grande partie aqueux, qui s'opère en vertu de l'attraction que

l'air exerce sur ce fluide. Il n'y a point de transpiration sans le contact de l'air, qui en est le dissolvant. Quand elle est régulière et complète, elle est en même temps insensible, parce que le fluide s'exhale dissous en vapeur dans l'air, qui en est l'excipient nécessaire. La sueur n'est jamais que l'excès de ce que l'air ne peut pas dissoudre de la transpiration. Dans une partie de la peau bien couverte et défendue entièrement du contact de l'air, il n'y a point de transpiration ; mais le liquide que la force du cœur pousse jusqu'aux extrémités des artères, s'amasse sur la peau et y forme des gouttes plus ou moins abondantes. Les vêtemens ne s'opposent qu'en partie à la vaporisation de la transpiration insensible, parce qu'ils laissent un plus ou moins grand accès à l'air. On peut recueillir l'humeur transpiratoire dans des sacs de taffetas enduits de caoutchouc, qui sont appliqués aux deux extrémités d'un membre de manière à intercepter toute communication avec l'air. C'est ainsi que le citoyen Séguin, dans ses expériences avec Lavoisier, en s'appliquant à lui-même un grand sac de taffetas qui enveloppait exactement tout son corps, et qui était solidement mastiqué autour de sa bouche, a trouvé l'art de mesurer exactement ce qu'il perdait par la peau, par le poids de son corps ainsi renfermé, comparé à celui qu'il avait dans l'air pendant un temps semblable, et de déterminer la proportion d'eau qui sort par le poumon, ainsi que les rapports de ces fonctions avec l'état du corps.

10. Il suit de cette première donnée que plus l'air est sec et chaud, plus la transpiration insensible doit être abondante ; que le mouvement plus ou moins rapide de l'air influe beaucoup sur cette fonction, comme sur une évaporation ; que l'air saturé d'eau la rend absolument nulle, comme lorsque le corps de l'animal est plongé dans l'eau ; que lorsque la force vitale qui pousse les humeurs du centre à la circonférence et qui est la première cause de la transpiration, vient à diminuer notablement, l'air, supposé très-sec et très-

dissolvant, peut pénétrer dans les pores de la peau, et y dissoudre l'humidité; ce qui en occasionnera la dessiccation, comme cela a lieu dans les corps privés de la vie, les peaux, les bois qui se dessèchent à leur surface, vers laquelle l'eau intérieure est peu à peu portée comme dans les tubes capillaires; que dans le cas où la pulsion vitale des liquides est plus grande que la qualité dissolvante de l'air, il se forme des gouttes liquides, ou de la sueur à la peau; que si l'air trouvait constamment dans l'élévation de sa température une occasion de se saturer proportionnellement d'eau, il n'augmenterait jamais la transpiration insensible; que s'il allait jusqu'à s'élever au-dessus de la température humaine, et s'il se saturait d'eau en même temps, il déposerait plutôt alors des gouttes d'eau sur le corps qu'il n'en dissoudrait.

11. Ces considérations réunies sur l'air, comme dissolvant de la matière de la transpiration, nous conduisent à plusieurs résultats opposés à ce qu'on a dit jusqu'à présent de cette fonction : tel est sur-tout celui de l'air froid, dissolvant plus d'eau à la surface du corps, et favorisant plus la transpiration que l'air froid. En effet de l'air à o de température et peu chargé d'humidité, lorsqu'il touche la peau à 32+o, s'échauffe et devient trente-deux fois plus dissolvant de l'eau : de sorte qu'à cette température nos corps perdent plus que dans la saison chaude. Cela va beaucoup en augmentant si à sa température froide l'air joint un mouvement ou une agitation considérable qui en renouvelle souvent la masse et la couche dissolvante. Ainsi lorsqu'il fait du froid et du vent, la transpiration est, toutes choses égales d'ailleurs, la plus forte possible; c'est ce qui rend alors la peau sèche et comme écailleuse; tandis que dans l'été, sur-tout lorsque l'air est humide, la peau est moite, les membres gonflés. Ainsi l'agitation par des soufflets et des éventails occasionne un sentiment de fraîcheur en augmentant la transpiration.

12. Un second résultat, encore plus opposé aux idées

reçues que le précédent, est relatif à l'effet du lit et des couvertures. On dit communément qu'on transpire davantage dans le lit ; et les médecins, en prescrivant aux individus qu'ils soignent de se tenir au lit chaudement, croient ordinairement, comme le prouve leur langage, qu'ils augmentent ainsi la transpiration, qu'ils rétablissent une transpiration arrêtée ou supprimée. La peau des individus couchés et bien couverts, sur-tout après qu'ils ont pris une boisson chaude, se couvre en effet de gouttelettes et de sueur en se gonflant et se ramollissant ; mais, d'après les principes établis ci-dessus, il est bien évident que cette eau non dissoute prouve que les couvertures et le lit, en s'opposant au renouvellement de l'air, empêchent la dissolution de l'humeur transpiratoire, et diminuent ou même arrêtent véritablement la transpiration. Ainsi c'est par un effet opposé à celui qu'on admet généralement dans les traités de médecine, que le séjour de l'air chaud du lit calme et détruit quelques affections souvent nées d'un effet contraire ou d'une transpiration trop grande, d'une perte trop considérable dans un air froid et agité, que l'on avait également accusé de supprimer, de refouler la transpiration, tandis qu'il l'accélère et l'augmente, comme je l'ai fait voir.

13. Les deux derniers résultats que je viens d'exposer fournissent quelques applications utiles à la physique animale et à l'art de guérir. On sait qu'après un exercice violent, les individus qui s'y sont livrés et qui ont beaucoup perdu par la transpiration, se délassent et recouvrent une partie de leurs forces par le bain chaud et par le lit ; c'est manifestement en diminuant la quantité de l'humeur qui sort par la peau. Il y a lieu de croire que les huiles dont se frottaient les athlètes chez les anciens, avaient un même usage. En hiver, où la perte par la transpiration est très-considérable, on mange beaucoup, et les urines sont plus chargées que dans l'été, toutes choses d'ailleurs supposées égales. Les graisses dont les peuples

du nord se couvrent le corps paraissent servir à diminuer leur transpiration et la perte qu'elle entraîne en raison de ce que leur enlève l'air froid et agité où ils sont long-temps plongés. La diminution de cette excrétion pendant le repos, et le séjour du lit, entrent pour beaucoup dans le délassement et la réparation des forces produits par le sommeil.

14. La théorie de l'emploi des vêtemens reçoit aussi des considérations réunies ici une clarté et une justesse qu'on chercherait en vain dans les ouvrages écrits avant les nouvelles découvertes. Les tissus de laine sont de toutes les substances les plus propres à retarder ou à diminuer la transpiration insensible, parce qu'en recouvrant exactement la peau ils interceptent presque complétement le contact de l'air, empêchent la dissolution de l'eau par ce fluide, qu'ils ne sont point capables d'absorber. Aussi l'usage des étoffes de laine sur la peau est-il utile dans quelques cas par l'obstacle qu'elles opposent à la transpiration plutôt que par l'augmentation de cette excrétion qu'on lui a néanmoins toujours attribuée : ce qui prouve que les affections dans lesquelles convient ce vêtement ne proviennent pas, comme on l'a cru, de transpiration supprimée, mais bien plutôt d'excès ou d'irrégularité dans cette évacuation cutanée. Lorsqu'on veut favoriser la sortie de l'humeur transpiratoire par le choix des vêtemens, il faut prendre pour ceux-ci des tissus de lin ou de coton, qui, ayant une grande attraction pour l'eau, la boivent promptement et s'en imprègnent ; il faut en changer souvent pour remplacer en quelque sorte l'air, qui ne touche pas la peau immédiatement.

15. Les animaux dont le corps est couvert de poils doivent transpirer beaucoup et suer peu, parce que l'humeur de la transpiration, répandue sur toute la continuité des poils, et présentant ainsi une surface peut-être mille fois plus grande que la peau, est bien plus vîte enlevée et dissoute par l'air que si elle restait à la surface de celle-ci. L'air, en s'insi-

nuant d'ailleurs entre les poils, s'échauffe plus que par le simple contact de la peau, en raison de la large superficie qu'il touche ; et devenant ainsi meilleur dissolvant de l'eau, il doit en emporter une quantité beaucoup plus grande que dans les animaux à peau nue. C'est sans doute à cause de cela qu'on dit que plusieurs mammifères ne suent jamais. Il y a beaucoup de recherches précieuses à faire sous ce rapport entre les différentes classes et les différens genres d'animaux.

ARTICLE VI.

Des phénomènes chimiques qui ont lieu dans la nutrition.

1. La nutrition présente de grandes difficultés aux physiologistes. Outre qu'il est très-difficile de déterminer comment un liquide homogène primitif, le sang, contient tous les divers matériaux propres à constituer les différentes parties du corps ; il l'est encore plus de savoir comment les liquides variés qui en émanent se convertissent en matières solides qui, en se collant sans cesse aux tissus organisés dont les viscères et les parties du corps sont composés, en renouvellent perpétuellement la masse, et réparent ainsi les pertes que les mouvemens vitaux occasionnent.

2. Le problème de la nutrition se compose de deux autres problèmes également importans et difficiles à résoudre. Le premier a pour but de déterminer comment les organes ou les parties solides augmentent en étendue et en poids pendant un certain temps de la vie des animaux consacré à leur accroissement, pourquoi cet accroissement s'arrête à une certaine époque ; le second est relatif à ce qui se passe après

l'accroissement, et dans l'entretien des organes au même point d'étendue, de forme, de poids, et sur-tout des forces vitales, ou à la réparation non interrompue des parties qui sont détruites par l'action même qu'elles exercent.

3. On a supposé, pour expliquer le phénomène de l'accroissement, que les organes étaient formés primitivement de parties susceptibles d'une grande extension, de cellules, ou de lames roulées ou plissées sur elles-mêmes, qui, en recevant dans leurs pores ou à leur surface la matière nourricière qui s'y applique par le travail de la nutrition, s'alongent, s'étendent, se déroulent à une grandeur donnée suivant l'espèce de l'animal, et dont le développement ou l'extension ne s'arrêtent qu'à l'époque où elles ne peuvent plus céder à l'alongement; il a fallu supposer encore dans cette opinion une forme donnée primitive dans les organes, et considérer ceux-ci comme des espèces de moules sur lesquels la matière animale s'applique dans tous les points.

4. Ce qu'il y a de chimique dans cette première partie du problême de la nutrition, c'est la formation rapide et facile de tous les composés divers qui sont destinés à agrandir chacun des organes du corps, et d'abord la force digestive très-considérable, la quantité et l'énergie dissolvante du suc gastrique, qui, en produisant un appétit ou une faim plus fréquente et plus grande, exige une plus ample accumulation d'alimens dans l'estomac, un travail plus rapide de l'hématose par la respiration et la circulation plus fréquentes, un renouvellement plus prompt du sang, ainsi qu'une séparation plus facile et plus célère des divers matériaux qui le constituent dans les régions organiques qu'il avive, une attraction plus forte de chaque tissu pour la matière qui lui convient et qui y aborde avec plus d'abondance et de célérité que dans les autres époques de la vie, enfin une concrescibilité plus accélérée et plus forte dans les humeurs nourricières, accompagnée néanmoins d'une force absorbante plus prononcée dans tout le système des vaisseaux blancs.

5. Quant à l'entretien commun ou simple des organes après la fin de l'accroissement et jusqu'à celle de la vie, il se fait par un même mécanisme ; il admet les mêmes phénomènes chimiques ; il suppose la suite non interrompue de la force assimilatrice, et il la montre seulement diminuée dans son énergie, et perdant peu à peu, jusqu'à la vieillesse, une partie de sa puissance. Pour rendre compte du passage des liquides nourriciers à l'état solide et organique, les physiologistes ont admis avec les anciens une force plastique, ou une propriété concrescible générale, qui leur a paru suffisante pour l'explication de ce phénomène. Les chimistes modernes, un peu plus avancés qu'on ne l'était avant eux sur la cause et la nature de cette concrescibilité, savent aujourd'hui qu'elle est due à la combinaison de l'oxigène, et que c'est pour cela que les liqueurs animales ont tant de disposition à absorber ce principe.

6. Quoiqu'on ne sache rien encore sur la nutrition particulière de chaque organe, sur l'influence qu'y portent et le système qui l'entoure et celui du tissu organique lui-même, on voit que cette fonction, considérée dans sa généralité, suppose une assimilation complète, un changement entier de la substance alimentaire primitive en chaque substance organique particulière ; que cette assimilation, commencée dans la digestion, poursuivie dans la respiration, presque achevée pendant les différens termes de la circulation, entièrement terminée à l'entrée de chaque organe à nourrir, consiste principalement dans la perte du carbone et de l'hidrogène, dans l'augmentation de l'azote et dans une sorte de transmutation, nommée jusqu'ici l'animalisation. Malgré la variété de nature que paraissent présenter les tissus des différens organes, on peut les classer en trois ou quatre matières, comme je l'ai dit plusieurs fois ; savoir, la gélatine, qui forme la base du tissu membraneux ; l'albumine, qui constitue celle du cerveau, des nerfs et du parenchyme des viscères ; la fibrine, qui compose

les fibres musculaires, et le phosphate de chaux gélatinifère; qui appartient aux os.

ARTICLE VII.

Des phénomènes chimiques qui ont lieu dans l'irritabilité.

1. Il y a près de quarante ans que les physiologistes ont aperçu, pour la première fois, quelques rapports entre la force irritable des fibres musculaires et les forces chimiques, puisque, depuis les expériences de Haller sur-tout, ils ont observé que les âcres, les acides, les alcalis, les sels métalliques, avaient la puissance de faire naître par le plus léger contact la contraction dans ces fibres, et puisqu'ils ont même tiré de cet effet le nom d'irritabilité, qui a été donné à cette fonction, l'une de celles qui, en montrant un des caractères les plus prononcés des corps animés, a paru hérissée dans sa cause et ses effets des difficultés les plus insurmontables. La conclusion immédiate qu'on avait tirée de l'action des âcres et des irritans sur la propriété contractile musculaire, se bornait autrefois à supposer que la volonté et la puissance vitale portaient dans les muscles, pour les faire mouvoir, un stimulus capable d'y exciter la contraction, comme le faisait le corps âcre étranger avec lequel on les touchait.

2. La découverte de Galvani, les travaux de beaucoup de physiciens modernes, et sur-tout ceux de M. Humboldt sur cette découverte, ont fait voir que les propriétés chimiques entrent pour beaucoup dans l'exercice de la puissance irritable des muscles, et que l'action qui se passe pendant leur contraction entre la pulpe nerveuse et la fibre musculaire, a

des rapports essentiels avec les phénomènes dont s'occupe la chimie. Des métaux différens, touchant d'une part un nerf et de l'autre un muscle, ou attachés de chaque côté à leurs fibres, sous le nom d'*armatures*, mis ensuite en communication par le moyen d'une branche métallique, excitent une convulsion plus ou moins violente dans les muscles d'un animal tué récemment. Le seul contact immédiat d'un muscle et d'un nerf, mis tous deux à découvert, produit le même effet. On en fait naître un pareil sur les animaux vivans : souvent ces expériences, appliquées aux diverses parties de la bouche et de la face, ou du tube intestinal, font naître des sensations d'odeur, de saveur, de douleur, de chaleur, de vision, et même des évacuations ou des secrétions augmentées. Les ouvrages modernes sur le galvanisme, l'irritation métallique, sont remplis de faits qui prouvent ces assertions.

3. Beaucoup de physiciens croient que les phénomènes du galvanisme dépendent de l'électricité, et sont dus au fluide électrique : c'est sut-tout l'opinion du célèbre professeur Volta ; cependant M. Humboldt a trouvé des corps qui, sans être conducteurs de l'électricité, le sont du galvanisme. Mais, en supposant même que des recherches ultérieures pussent convaincre tous les physiciens que ces deux phénomènes sont dus à la même cause, le galvanisme n'en devrait pas moins être rapporté à un effet chimique, puisqu'il en existe manifestement un dans l'électricité. Pour concevoir cette liaison entre le phénomène galvanique et ceux qui dépendent des forces chimiques, il faut admettre l'existence d'atmosphères vaporeuses plus ou moins tenues à la surface de tous les corps et sur-tout à celle des métaux ; l'odeur qu'ils répandent à une certaine distance, l'oxidation souvent très-prompte qu'ils éprouvent quand on les pose sous l'eau les uns sur les autres, prouvent évidemment ces atmosphères, et l'action chimique à laquelle elles sont soumises.

4. Avec cette première donnée, il n'est pas possible de mé-

connaître un effet chimique dans le phénomène galvanique, et par conséquent dans la contraction musculaire, ou l'exercice de l'irritabilité des muscles. La manière même dont on affaiblit ou dont on augmente, dont on ralentit ou dont on prolonge la durée de cette irritabilité, ou de la susceptibilité des muscles à l'irritation galvanique à l'aide d'agens chimiques ou de réactifs divers, prouve encore ses rapports intimes avec les lois de la chimie : mais quel est l'acte chimique, le genre de combinaison ou de décomposition qui s'opère dans le muscle ou dans le nerf, ou dans tous les deux à la fois, au moment où la contraction musculaire a lieu, et comment le raccourcissement et le gonflement de la fibre en sont-ils la suite? Voilà ce qui est encore un mystère, et ce qu'on ne peut atteindre que par l'imagination, puisque l'expérience n'a rien encore pu apprendre sur cet objet. Il paraît seulement assez certain que cet effet des attractions décomposantes ou recomposantes ne change pas sensiblement la nature du muscle et du nerf, et que la cause qui donne naissance à cet effet est changeante, mobile, accessoire en quelque sorte à la fibre musculaire, puisque l'effet diminue ou augmente d'activité, de promptitude, de force; puisque la fibre y éprouve une fatigue, et exige une restauration que le repos y apporte.

5. Il y a lieu de croire que c'est au point de contact entre le nerf et la fibre musculaire que se passe cet effet; que c'est entre deux substances existant dans ces deux tissus organiques qu'il s'exerce; que le nerf apporte, par la volonté ou par un stimulus quelconque, la matière qui le fait naître; que c'est là ce qu'on a nommé le fluide nerveux ou les esprits animaux; que la contraction consiste dans cette réaction même entre les deux tissus; que l'effet chimique ayant eu lieu, et l'état des corps changeant par cet effet chimique, telle est la cause qui le rend si rapide, et qui en amène si vîte la cessation, ainsi que le relâchement des fibres qui en est la suite; que c'est pour cela que l'effort volontaire d'une contraction continuée exige

l'emploi d'une force considérable, dont la lassitude et la douleur sont des suites nécessaires. On conçoit aussi, suivant cette théorie, que tous les mouvemens dépendans de l'irritabilité musculaire dans l'économie animale doivent être intermittens, ou marqués par des temps d'activité et de repos successifs; que le cœur le plus énergique, le plus vigoureux et le plus indépendant de tous les muscles, doit avoir une source d'irritabilité et de mouvement plus abondante et plus souvent renouvelée que tous les autres, comme le montre la quantité considérable de sang qu'il reçoit et de nerfs qui s'égarent dans son tissu.

ARTICLE VIII.

Des phénomènes chimiques qui ont lieu dans la sensibilité.

1. L'irritabilité n'offre au physicien que très-peu d'applications précises de la chimie, quoiqu'on entrevoie que sa cause et ses effets sont soumis aux attractions chimiques, ou au moins en sont accompagnés, comme l'indiquent les expériences galvaniques. La sensibilité est encore bien plus cachée dans son mécanisme comme dans sa source. La théorie de cette fonction est couverte du voile le plus impénétrable; c'est un mystère dont la profondeur n'a permis encore aucun accès à l'esprit humain. Les dissections les plus fines, les expériences les plus multipliées, les phénomènes les mieux décrits et les mieux rapprochés par les médecins, qui ont tant d'occasions d'observer toutes les circonstances variées que peut offrir la sensibilité affaiblie ou exaltée,

modifiée ou altérée dans les maladies, n'ont presque rien appris jusqu'ici sur cette fonction.

2. Aussi est-ce la partie de la physiologie qui a le plus prêté aux conjectures, où l'imagination s'est le plus égarée. Le mécanisme des sensations, le rapport des nerfs avec le sujet senti à la surface du corps et avec le centre où se réunit le sentiment, sont aussi obscurs qu'ils l'ont toujours été malgré tous les faits qu'on a recueillis depuis plusieurs siècles. Ce qu'on appelle les sens internes, les fonctions qu'on a coutume de rapporter au cerveau, telles que la mémoire et l'imagination, sont encore plus difficiles à concevoir que les sensations extérieures. Le plaisir et la douleur, le desir, la volonté, toutes les passions qui ont leur siége dans le labyrinthe cérébral, et leurs ministres dans les filets nerveux distribués dans tous les organes du sentiment et du mouvement, sont autant de problèmes dont la solution est le plus éloignée des résultats que l'on puisse attendre du progrès des sciences. C'est même en raison de la lacune immense que l'étude du mécanisme de cette fonction laisse dans la physique des animaux, que l'on est porté à regarder la science des corps organisés et vivans comme beaucoup au-dessus de la physique ordinaire, comme une science toute différente et vraiment particulière.

3. Comme il est impossible que ces fonctions s'exercent par l'entremise des solides seuls, et que des fluides ne soient pas la partie la plus active des instrumens que la nature consacre à cet exercice, après les fictions des esprits animaux, des esprits vitaux, du fluide nerveux, on a cru, par une analogie plus rapprochée des connaissances exactes de la physique, devoir en charger le fluide électrique, le fluide magnétique. Dans ces derniers temps on a eu recours à un fluide particulier, nommé *galvanique*, d'après la découverte du médecin italien dont j'ai parlé, et parce qu'on a observé des différences remarquables entre la marche de

l'électricité et celle du galvanisme. Il faut convenir néanmoins que, malgré ces rapprochemens plus ingénieux, on ne trouve encore aucune explication satisfaisante du mécanisme même de la fonction du cerveau et des nerfs, en ce qui tient sur-tout aux sens internes.

4. M. Humboldt a cru pouvoir hasarder une conjecture sur la fonction chimique du cerveau, soit sous le rapport du fluide qui y aborde pour le nourrir et le vivifier, soit sous celui de son action relative à la sensibilité et à l'irritabilité. Il a pensé que le sang porté au crâne par les artères carotides et vertébrales, provenant immédiatement des cavités gauches du cœur, après avoir été renouvelé dans les poumons, arrivait dans le cerveau, chargé d'une grande quantité d'oxigène; qu'il en déposait promptement une partie dans la pulpe de ce viscère; que c'était à ce principe ainsi accumulé ou déposé que la substance cérébrale pouvait devoir ses principales propriétés.

5. Mais quoique cet aperçu semble s'accorder avec ce que j'ai dit ailleurs de la nature albumineuse, de l'état concret et manifestement très-oxigéné de la masse cérébrale albumineuse, quelle distance n'y a-t-il pas encore entre cette première notion et une explication satisfaisante des fonctions du cerveau et des nerfs? Comment admettre l'oxigène comme fluide assez rare, assez léger, assez rapide dans son mouvement pour le substituer au fluide électrique, magnétique ou galvanique? Comment concevoir que ce corps liquide ou gazeux puisse passer à travers un tissu pulpeux, des cordons pleins et solides, dans lesquels il a été jusqu'ici impossible de découvrir la moindre trace de canal ou de cavité? Pourrait-on supposer avec vraisemblance que le propre de la moelle cérébrale et nerveuse est de se saturer de proche en proche de l'oxigène, et de l'absorber à son origine en même proportion qu'il s'échappe ou qu'il s'épuise à son extrémité sentante ou mouvante, de manière que l'intégrité de l'organe

sensitif consistât dans cet état constant, dans cet équilibre permanent d'oxigénation de cet organe, nourri sans cesse par le sang oxigéné qui lui arrive immédiatement au sortir de l'appareil pulmonaire?

6. Convenons que rien n'est plus inconcevable encore, qu'aucun mystère n'est plus impénétrable, que ce qui tient aux fonctions du cerveau et des nerfs, dans l'exercice de la sensibilité et de la mobilité, dans celui sur-tout des sens internes. Avouons qu'aucune donnée ne conduit encore à la solution de ce problême sublime, si éloigné dans son essence comme dans sa cause de toutes les autres parties de la physique. Bien convaincus que tout ce qu'on a proposé à cet égard n'appartient qu'aux rêves ou aux prestiges de l'imagination, et ne peut servir à rien pour concevoir ces phénomènes, osons soutenir néanmoins que, quoique peu heureux encore, les efforts de la chimie moderne semblent moins s'éloigner de la vérité que les explications mécaniques ou physiques qu'on a données jusqu'à présent, et que s'il est permis à l'homme d'espérer quelques lumières sur ces fonctions si supérieures jusqu'ici à son intelligence, les forces chimiques aideront plus son esprit dans ce genre de recherches que les divers moyens qui ont été employés pour y parvenir.

ARTICLE IX.

Des phénomènes chimiques qui ont lieu dans la génération.

1. Quoiqu'il y ait presque la même obscurité dans le phénomène de la génération que dans celui de la sensibilité; quoique cette fonction réparatrice et conservatrice de l'espèce humaine ait toujours paru aux philosophes couverte d'une mystérieuse obscurité, les expériences de notre siècle ont cependant commencé à soulever le voile qui la cache, ou à diminuer au moins les ténèbres qui l'enveloppent. Si l'on n'est pas parvenu à en pénétrer la profondeur, on a du moins réussi à détruire des préjugés que leur antiquité avait rendus long-temps respectables, et à découvrir quelques faits principaux dont l'application aux phénomènes connus est devenue une source nouvelle de vérités fécondes.

2. On a vu dans l'histoire de la liqueur spermatique, dans celle de l'eau de l'amnios, que la chimie n'a pas été entièrement inutile aux recherches relatives à la génération. Connaître avec exactitude la nature du liquide fécondant qui donne le premier mouvement de la vie aux organes ébauchés de l'animal dans l'œuf maternel, c'est avoir fait un pas de plus dans l'histoire de cette fonction. Il est vrai que cette connaissance n'a jeté encore aucune lumière sur le mécanisme de la fécondation, et qu'on ne voit ni dans le mucilage, ni dans le phosphate de chaux et la soude spermatiques, la source ou la cause de cette admirable propriété qui communique l'action vitale. Il n'est pas moins certain qu'on ne voit aucun rapport entre l'analyse la plus exacte des œufs ou du sperme, et la puissance extraordinaire et comme inépuisable de ce dernier, qui communique uniformément à plusieurs milliers de fois son poids d'eau sa propriété fécondante.

3. Mais n'allons pas conclure des difficultés insurmontées jusqu'ici que présente l'histoire de la génération, qu'elles doivent rester toujours insurmontables. Ne laissons ni abattre notre courage, ni détruire nos espérances; songeons qu'il n'y a presque rien de fait encore en comparaison de ce qui reste à faire; qu'un seul chimiste a examiné la liqueur séminale d'une seule espèce; qu'il faut poursuivre cet examen dans diverses classes d'animaux, sur-tout dans les plus fertiles, comparés aux moins féconds. Prévoyons que quelque jour une découverte inattendue montrera une route encore cachée aux physiologistes, et ne repoussons pas l'espoir que les expériences chimiques appliquées à l'examen des matières particulières au fœtus, encore complétement inconnues, conduiront à quelque vérité nouvelle dont aucun mode de recherches physiologiques n'a pas permis de soupçonner même l'existence.

ARTICLE X.

Des phénomènes chimiques qui ont lieu dans l'ossification.

1. L'ossification ou l'entretien et la formation des os est la fonction qui a reçu le plus de lumières des connaissances et des découvertes chimiques. Le tissu osseux, composé d'un mucilage gélatineux épaissi qui en fait le parenchyme organique, et de phosphate de chaux déposé dans les aréoles du premier, soit sous la forme de grains, soit sous celle de filets fibreux, soit à l'état de lames imbriquées, n'est bien connu que par les travaux chimiques des modernes. L'action de l'eau et des lessives alcalines ou salines sur le corps géla-

tineux qu'elles dissolvent, celle des acides qui, en enlevant le phosphate de chaux avant la gélatine, ramollissent les os et les rendent transparens en même temps que cartilagineux ; la calcination qui, en décomposant et en détruisant la substance gélatineuse, isole le phosphate de chaux, si elle a été continuée assez long-temps ; la lessive de ces os calcinés au blanc, qui, en séparant quelques portions de muriate et de carbonate de soude, contribue à purifier encore le phosphate de chaux dont leur base est composée ; ces diverses opérations analytiques n'ont plus laissé rien à desirer sur la nature de ces organes solides.

2. La composition des os une fois bien déterminée, il n'a plus été difficile de concevoir le mécanisme de leur formation, qu'on nomme *ostéogénie*. Les os du fœtus sorti de l'œuf ou de la matrice sont des espèces de membranes molles et transparentes, dans la duplicature desquelles le phosphate de chaux se dépose et dont il remplit les aréoles. Ce sel terreux ne se précipite pas seul et pur, comme le prouvent les concrétions calculeuses de la vessie et des autres régions, dans lesquelles on trouve le phosphate insoluble uni à une matière gélatineuse. La formation rapide des os dans les premiers temps de la vie s'explique par la surabondance du phosphate de chaux, due, soit à la nourriture, soit à la non évacuation de ce sel dont l'urine de l'homme est privée à cet âge.

3. Il n'y a pas de doute que le phosphate calcaire ne soit porté dans les os par le liquide sanguin, qui y pénètre par des vaisseaux assez nombreux pour rendre leur couleur rosée dans les animaux nouveaux nés, et dans l'analyse duquel on trouve ce sel terreux. Le chyle verse sans cesse les matériaux osseux dans le sang, puisque le phosphate de chaux existe dans tous les alimens, et sur-tout dans les végétaux farineux ou dans les matières animales. L'examen de la farine de froment nous a prouvé, au citoyen Vauquelin et à moi, que l'homme prend tous les jours entre trois et quatre

grammes de phosphate calcaire dans la quantité de pain qui fait sa nourriture la plus abondante, et que ce sel est en général une des matières indissolubles et fixes les plus constantes et les plus communes dans les résidus insipides et comme terreux des substances alimentaires végétales et animales.

4. Lorsque le parenchyme membraneux primitif des os du fœtus humain est assez chargé par le dépôt du phosphate calcaire gélatineux qui s'y rassemble ; lorsque le premier travail de l'ossification est assez avancé pour que les os soient bien formés, solides et susceptibles de résister aux efforts des muscles, pour ne point se courber par leurs mouvemens divers, l'excès de phosphate insoluble se porte dans quelques régions particulières ; les dents se durcissent, s'alongent et sortent de leurs alvéoles ; l'urine évacue la surabondance de ce sel qu'elle ne contenait pas avant cette époque. Dans les mammifères, où ce liquide ne contient point, ou ne contient que très-peu de phosphate, il se dépose dans le poil qui recouvre leur corps, dans la corne qui garnit leurs extrémités, dans les appendices cornées qui chargent leur tête, ou bien il sort par la peau avec leur humeur transpiratoire, et il est par-tout accompagné de la substance gélatineuse, avec laquelle on le trouve constamment mêlé dans le corps animal.

5. Si par une cause quelconque le couloir naturel du trop plein de phosphate calcaire ne s'évacue point dans la proportion convenable, le corps se dispose à la concrétion, se porte dans une foule de lieux où il se dépose : c'est ce qui arrive dans l'âge avancé, où les os, surchargés de phosphate terreux, deviennent cassans, où ce sel se dépose dans les tendons, dans les parois vasculaires, d'abord vers les extrémités, dont le mouvement est lent et difficile, ensuite, et peu à peu, de ces extrémités vers le centre et jusque dans les gros vaisseaux de la base du cœur. C'est ainsi que se forment d'abord les os sésamoïdes vers les extrémités des

tendons des doigts, ensuite les ossifications des tendons, des ligamens, des membranes capsulaires, vers les articulations, puis enfin les concrétions osseuses qui prennent la place des parois membraneuses et molles des veines et des artères. Ainsi, dans l'existence prolongée de l'homme et des animaux, naît peu à peu la cause de la mort sénile et naturelle, dont la lenteur dans les mouvemens est la source nécessaire, et dont un symptome précurseur est la surabondance et la déviation du phosphate calcaire.

ARTICLE XI.

Des variations qui ont lieu dans les phénomènes chimiques de la vie, suivant la structure et la nature différentes des animaux.

1. Je n'ai indiqué jusqu'ici les phénomènes chimiques qui ont lieu dans le corps animal pendant la vie que dans leur plus grande généralité, et qu'en les considérant plus spécialement dans l'homme, comme le type le plus parfait de l'animalité. Quoiqu'il y ait une grande analogie, sous le rapport chimique, entre les effets qui se passent dans tous les animaux, et quoique ce qui a été exposé dans les dix articles précédens puisse servir pour faire connaître ce qui a lieu dans les différens ordres des êtres qui jouissent de la vie animale, il est nécessaire d'indiquer ici les principales variétés que montrent ces phénomènes chimiques, au moins dans les plus saillantes différences qui naissent de la structure variée et du mode de vitalité divers des animaux.

2. Les variations dans la structure des principaux organes

de la vie, sur-tout dans ceux de la respiration et de la circulation, produisent dans les animaux, comme le montrent les recherches anatomiques et physiologiques, des manières d'être et des actions plus ou moins différentes. Ceux qui respirent l'air par des poumons ou par des stigmates, et ceux qui ne font qu'introduire ou recevoir de l'eau dans leurs organes respiratoires, doivent offrir et offrent réellement des résultats très-différens dans l'exercice même de cette fonction, dans les produits qu'elle donne, et par suite dans beaucoup d'autres phénomènes de la vie. Comme l'effet de la respiration est en général une action chimique très-manifeste, cette action doit être différente, suivant le mode même dont la respiration s'exécute.

3. C'est de cette source que découlent spécialement les différences les plus remarquables des phénomènes chimiques qui existent dans les animaux: l'air introduit dans l'organe respiratoire, quel qu'il soit, a pour usage d'absorber de l'hidrogène et du carbone surabondans, comme de précipiter de l'oxigène dans les humeurs; de ces deux actions résultent l'animalisation, la vivification, l'équilibre de composition humorale, et par suite, comme on l'a vu plus haut, l'irritation musculaire, le mouvement, la vie, l'assimilation, la nutrition. Quelles différences ne doivent pas naître des variations de cet effet primitif dans les divers ordres d'animaux, depuis les oiseaux qui absorbent le plus d'air et d'oxigène, qui ont le plus de force, d'activité, de vie proportionnelle à leur masse, jusqu'aux poissons cartilagineux, qui n'admettant que l'eau bourbeuse et peu aérée dans leurs branchies fixes, n'ont presque pas de moyens d'évacuer l'hidrogène et le carbone! N'est-il pas constant que c'est à cette différence qu'est due l'excessive mobilité des premiers de ces animaux, comme la lenteur des mouvemens et l'état mollasse huileux de la chair dans les seconds?

4. Combien d'autres différences ne pourrait-on pas déduire de cette source première, si l'on suivait profondément toutes les variétés que présentent et l'organe respiratoire et l'influence

de l'air et de l'oxigène respirés dans tous les ordres d'animaux ! Quels résultats féconds en conséquences neuves autant qu'utiles ne donnerait pas une comparaison bien faite entre tous les animaux, relativement à la quantité et à la nature de l'air qu'ils respirent, à l'état de ce fluide au sortir de leurs organes, à la proportion d'eau et d'acide carbonique qu'ils forment ! On sait déja que tous attirent l'air de la même manière, que tous y forment de l'acide carbonique, et en absorbent l'oxigène ; mais en comparant à la proportion d'air qu'ils demandent, à la quantité d'acide qu'ils donnent relativement à leur poids et à la surface de leur organe respiratoire, avec leur force irritable, leur puissance musculaire, leur énergie digestive, sur-tout avec leur transpiration insensible, que de données importantes pour la physique animale ne pourra-t-on pas recueillir ! Je ne puis qu'énoncer ici et dans un simple aperçu toutes les ressources que la chimie promet : je ne desire montrer que la possibilité d'acquérir une foule de connaissances précieuses par des expériences qu'il est maintenant au pouvoir de l'art de conduire jusqu'à leur perfection.

5. Ce que je viens d'annoncer sur la diversité des effets chimiques de l'air dans la respiration, par rapport à la différence de structure dans les animaux, peut être appliqué à toutes les autres fonctions. On le prouverait *à priori*, quand même l'observation ne le confirmerait pas, en considérant les rapports nécessaires établis par la nature entre ces deux fonctions primordiales, ce principe de la vie, la circulation et la respiration, et toutes les autres fonctions qui n'en sont à beaucoup d'égards que des suites nécessaires. C'est ainsi que dans leurs ingénieuses recherches, Lavoisier et Séguin ont été conduits des expériences sur la respiration, à celles sur les fonctions de la peau et de l'estomac. En effet la digestion, qui renouvelle sans cesse la masse du sang, doit répondre à la vîtesse du mouvement de ce liquide, et à la perte qu'il fait dans les poumons ; la transpiration qui évapore une grande quantité d'eau, et qui,

par cette évaporation même, emporte une portion du calorique absorbé par le sang pulmonaire, doit suivre les mouvemens pulmonaire et circulatoire, dans les produits desquels elle est destinée à porter et à entretenir l'équilibre. Toutes les secrétions répondent de même aux lois de ces premiers mobiles de la vie : l'étendue et la force des mouvemens, la faiblesse ou l'énergie des sens, la rapidité ou la lenteur de la nutrition, la durée même de la vie, en reçoivent une influence directe.

6. A cet aperçu que le raisonnement rend déja une vérité frappante, si l'on joint l'observation de ce qui se passe dans les différens ordres d'animaux comparés les uns aux autres sous le nouveau rapport des phénomènes chimiques qu'ils offrent dans l'exercice de leur vie, on verra qu'elle confirme ce qui vient d'être exposé. Ainsi l'on trouve que les reptiles et les poissons qui ne respirent que peu ou qui ne respirent point l'air, qui n'ont point le sang d'une température constamment plus élevée que celle du milieu qu'ils habitent, qui n'absorbent que très-peu d'oxigène, n'ont en même temps que peu ou point de transpiration, et ne font point de perte par la peau recouverte d'écailles solides et serrées les unes contre les autres. On y trouvera peu de sensibilité, et une irritabilité qui n'est tenace dans sa durée que parce qu'elle est faible et peu usée par les stimulans. On y reconnaît en même temps des chairs molles et glaireuses, de l'huile ou des graisses liquides et abondantes, un accroissement très-lent, une vie prolongée en raison de son peu d'activité, des secrétions peu abondantes, rares ou souvent interrompues, une tendance au repos ou à l'engourdissement, une réparation tardive, etc.

7. Cette observation relative à la nature chimique des organes, offre pour résultats deux classes générales d'animaux, provenant originairement de la différence du contact et de l'absorption de l'air, très-considérables dans les uns et très-faibles dans les autres.

Les premiers, qui plongent toujours dans l'atmosphère, qui

renouvellent sans cesse l'air autour d'eux par des mouvemens de translation très-rapides, ont des humeurs très-oxigénées, très-concrescibles, très-échauffées, très-irritantes, des organes solides, mobiles, irritables, chauds, très-actifs dans leurs fonctions, et qui ont besoin d'être perpétuellement renouvelés : l'homme, les mammifères, les oiseaux et beaucoup d'insectes sont dans cet ordre.

Les seconds, cachés dans la terre ou dans des cavités souterraines, ou au sein des eaux, pouvant vivre sans air ou sans un air renouvelé, ayant souvent une respiration intermittente, remarquables en même temps par la lenteur de tous leurs mouvemens et par le peu d'élévation de leur température, comme par le peu d'évacuations, présentent, dans leurs liquides, des composés surchargés d'hidrogène et d'azote et peu oxigénés comparativement à ceux des précédens. Les reptiles, les serpens, les poissons, beaucoup de mollusques appartiennent à cette classe.

8. Tout doit varier et varie en effet dans ces deux ordres d'animaux, comme le prouvent et leur inspection anatomique et leur analyse chimique, et l'étude de leurs fonctions ou leur physiologie. Chacun des phénomènes qu'ils présentent, tenant à cette première différence de nature, de composition, ont, dans l'exercice de leur vie, des variétés qui dépendent de la même cause. C'est à cette différence qu'il faut sur-tout rapporter les humeurs glaireuses, les mucilages visqueux et fades qui sortent si fréquemment et si abondamment du corps des animaux à sang froid, et qu'on ne voit point produire par les animaux qui respirent beaucoup d'air ; c'est de la même source que découlent et l'abondante nourriture, la faim souvent renouvelée de ceux-ci, et le peu d'alimens comme la possibilité de s'en passer long-temps, que l'on observe dans les autres. Les os ne prennent pas non plus, et toujours par la même différence primitive, une dureté aussi grande dans les animaux peu oxigénés que dans ceux qui absorbent beaucoup d'air.

Le squelette des premiers est ou cartilagineux ou excessivement poreux ; on y trouve moins de phosphate de chaux et beaucoup de matière gélatineuse ; il y a de plus, soit au dehors, soit au dedans du corps des animaux à sang froid, beaucoup de substances huileuses particulières qu'on ne trouve pas dans les animaux à sang chaud.

9. Je ne suivrai pas plus loin les différences qui existent entre les phénomènes chimiques des différens ordres d'animaux ; je n'ai voulu présenter qu'une simple indication de ces différences pour faire voir qu'elles sont d'accord avec celles de la structure, et que celles-ci établissant entre les animaux vivans et les milieux où ils vivent des rapports divers, il devait s'en suivre des variations dans les produits, qui en sont à beaucoup d'égards les résultats. On peut juger, d'après ce seul aperçu, du nombre des découvertes qui restent à faire dans ce genre de recherches chimiques, et des progrès que la science de la physique animale peut en espérer.

ARTICLE XII.

Des phénomènes chimiques qui ont lieu dans les maladies.

1. Il y a long-temps que les médecins ont reconnu qu'il existe des phénomènes chimiques dans les maladies dont l'homme et les animaux sont attaqués ; que leurs humeurs éprouvent des changemens de nature plus ou moins prononcés, et même que ces changemens sont souvent les véritables causes des affections morbifiques. Après les systèmes du siècle dernier, qui ont retardé les progrès de l'art par le mal qu'ils lui ont

fait, dans lesquels les médecins chimistes se sont permis des applications trop promptes, trop hardies, et par conséquent dangereuses de leurs opinions à la nature des maladies, les physiologistes les plus sages, en resserrant la théorie chimique dans de justes bornes, ont rendu de grands services à la médecine, et ont senti ce que la chimie pouvait lui fournir de bon, et comment elle pourrait lui nuire.

2. C'est ainsi que Boerhaave, l'un des hommes les plus éclairés dans toutes les sciences applicables à l'art de guérir, a désigné des maladies provenant d'une humeur glutineuse, d'autres dues à un acide spontané; c'est ainsi qu'il a dirigé le traitement d'un grand nombre d'affections, d'après les caractères chimiques des altérations dont les humeurs et les solides du corps humain sont susceptibles, en les comparant aux propriétés opposées des remèdes. C'est encore ainsi qu'il a donné des préceptes d'une grande utilité sur le traitement des poisons, des âcres. Instruit profondément des maux que la chimie avait faits avant lui, des abus auxquels elle avait donné naissance par rapport à l'emploi des moyens curatifs; il a su éviter l'écueil contre lequel tant d'autres avaient échoué avant lui, et se servir utilement des applications utiles que l'une de ces sciences offre sans cesse à l'autre.

3. La chimie, poussée beaucoup plus loin que de son temps, enrichie d'une foule de découvertes importantes, et marchant d'un pas beaucoup plus assuré dans sa nouvelle théorie, a résolu, depuis vingt ans, beaucoup de problèmes relatifs à l'état pathologique des liquides et des solides. On sait que l'inflammation ne consiste pas dans un épaississement du sang, mais qu'elle est accompagnée d'une disposition concrescible dans l'albumine et la fibrine, laquelle dépend manifestement du degré d'oxidation plus grand que celui qui est nécessaire pour l'entretien de la santé. On n'admet plus la putréfaction du sang dans plusieurs fièvres pernicieuses et dans le scorbut, dont on avait regardé autrefois cette altération comme la cause.

La décomposition de ce liquide vital est rejetée comme impossible et comme ne pouvant exister avec la vie. Ces caractères prétendus de sang salé, muriatique, ammoniacal, sont reconnus faux et erronés. Si l'on ne doute pas qu'il change de propriétés dans les maladies, on sait en même temps que ces changemens sont contenus dans des limites étroites, et que, pour les déterminer avec exactitude, il faudra des expériences qui n'ont point été faites encore, au lieu d'une théorie imaginaire dont on a surchargé l'éthiologie médicale.

4. L'influence de l'oxigène sur la nature du sang, sur sa propriété irritante et vitale, a fait penser à plusieurs médecins modernes que la proportion de ce principe surabondant ou en trop petite quantité pouvait être la source de maladies. Ils en admettent deux classes sous ce rapport; les unes dépendantes de l'excès, et les autres du défaut d'oxigène. Les premières sont accompagnées, suivant eux, d'une couleur rouge ou trop animée du visage, des lèvres et des gencives roses et fleuries, de dents transparentes, de pulsations artérielles fréquentes, dures et fébriles. Il y a un excès de force, d'irritabilité musculaire et de vigueur dans les mouvemens; cet état existe dans l'hémophysie et le commencement de la phthisie pulmonaire; on l'observe dans beaucoup de maladies. On admet tout le système des organes du corps également suroxigéné dans cette disposition. On la détruit sur-tout par la respiration d'un air mêlé de gaz azote ou de gaz acide carbonique. La saignée, les boissons aqueuses, la diète, les alimens légers y sont aussi très-utiles. Les sulfures hidrogénés en forment le remède spécifique.

5. Les cas où il y a défaut d'oxigène, et où l'hidrogène est admis comme dominant, s'annoncent par des signes entièrement opposés aux premiers. La face est peu colorée, pâle ou souvent changeante; les gencives et les lèvres sont livides, violettes; les dents obscures et tartareuses; l'haleine fétide; les mouvemens lents et difficiles. Il y a un sentiment de faiblesse générale, et qui est souvent poussée jusqu'à défaillance; le pouls

est petit, profond, la respiration gênée; les pulsations du cœur sont irrégulières. Cet état a lieu dans le scorbut, plusieurs maladies chroniques : c'est en quelque sorte un commencement ou un premier degré d'asphixie. L'air pur, les acides, les métaux oxidés, les végétaux âcres, amers, toniques, sont les moyens qui remédient à cette disposition. L'acide muriatique oxigéné, le muriate suroxigéné de potasse, le gaz oxigène respiré, ou l'air avec une addition de gaz oxigène, en sont les spécifiques.

6. La théorie que je viens d'énoncer embrasse dans sa généralité un assez grand nombre de maladies; mais il est permis de l'appliquer à toutes, ou de l'étendre assez par des analogies, pour en faire une doctrine de pathologie toute entière. Peut-on établir sur cette première notion, quelque bien fondée qu'elle paraisse pour déterminer deux classes d'affections morbifiques, un système entier de nosologie ou plutôt d'éthiologie pathologique? Doit-on, avec quelques auteurs modernes, classer toutes les maladies en hidrogénées, oxigénées, carbonées, azotées, suivant l'excès de l'un ou de l'autre de ces quatre principes? Je ne crois pas que la science chimique soit assez avancée pour adopter ce mode de classification, et pour en faire la base de la théorie médicale. Il n'y a ni observations assez nombreuses, ni expériences assez décisives pour prendre ces aperçus comme des vérités prouvées. Je crains même que, par ces applications prématurées, on ne compromette le sort d'une science qui ne peut être d'une grande utilité qu'autant qu'on l'applique à l'art de guérir avec la prudence et la réserve qu'exige ce dernier. L'enthousiasme et l'imagination nuisent autant à ses progrès, que les préjugés et la résistance que quelques hommes opposent aux découvertes chimiques qui peuvent véritablement l'éclairer.

7. C'est en continuant à observer les effets et les symptômes des maladies isolées, en ne négligeant aucune des occasions que la pratique présente, en continuant à examiner, par l'ana-

lyse chimique exacte, les produits divers qui sont rendus par les malades, les organes altérés et les liqueurs animales changées dans les corps de ceux qui ont succombé, ou dans les parties qui leur sont enlevées, qu'on fera des applications vraiment avantageuses. C'est ainsi que les maladies bilieuses et lymphatiques pourront être quelque jour beaucoup mieux connues qu'elles ne l'ont été jusqu'ici. Il faut en dire autant de celles qui sont manifestement dues à une humeur plus ou moins susceptible de se déposer dans des cavités ou dans des vaisseaux de divers organes, sur-tout de la goutte, dont la matière concrescible, déja mieux connue qu'elle ne l'était autrefois, montre de plus près l'analogie qui la rapproche des affections lithiasiques.

8. Les découvertes que nous avons fait connaître, le citoyen Vauquelin et moi, sur les concrétions calculeuses urinaires de l'homme et sur celles des animaux, sont certainement de nature à répandre un grand jour sur la naissance et les causes de cette maladie, ainsi que sur les moyens de la prévenir ou de la guérir; et déja, par nos travaux, les prétendus lithontriptiques ou les dissolvans de la pierre, réduits à leur juste valeur, quoique existans bien véritablement dans les lessives d'alcalis fixe caustique pour les calculs d'acide urique, dans l'acide muriatique pour les calculs de phosphates terreux, et de carbonate alcalin pour l'oxalate calcaire, pourront être employés avec moins d'incertitude et de désespoir qu'on ne l'avait fait jusqu'à nos jours. On ne niera point que les maladies virulentes et contagieuses ne soient susceptibles d'être mieux connues par les recherches chimiques, soit relativement à la nature des virus, soit par rapport à leur destruction. Les poisons donnent encore bien plus de prise aux expériences de la chimie, et il n'est personne qui ne sente tout l'avantage que cette science procure à la connaissance et au choix des contre-poisons. Que l'on continue d'interroger la nature par les mêmes moyens; que l'on suive avec ardeur

la carrière ouverte ; que, sans laisser échapper aucune occasion d'étendre les applications de la chimie à la connaissance des maladies, on ne veuille pas deviner les causes, mais trouver positivement les effets : et l'art de guérir arrivera peu à peu à un degré de perfection et de certitude dont il n'a point encore approché.

FIN.

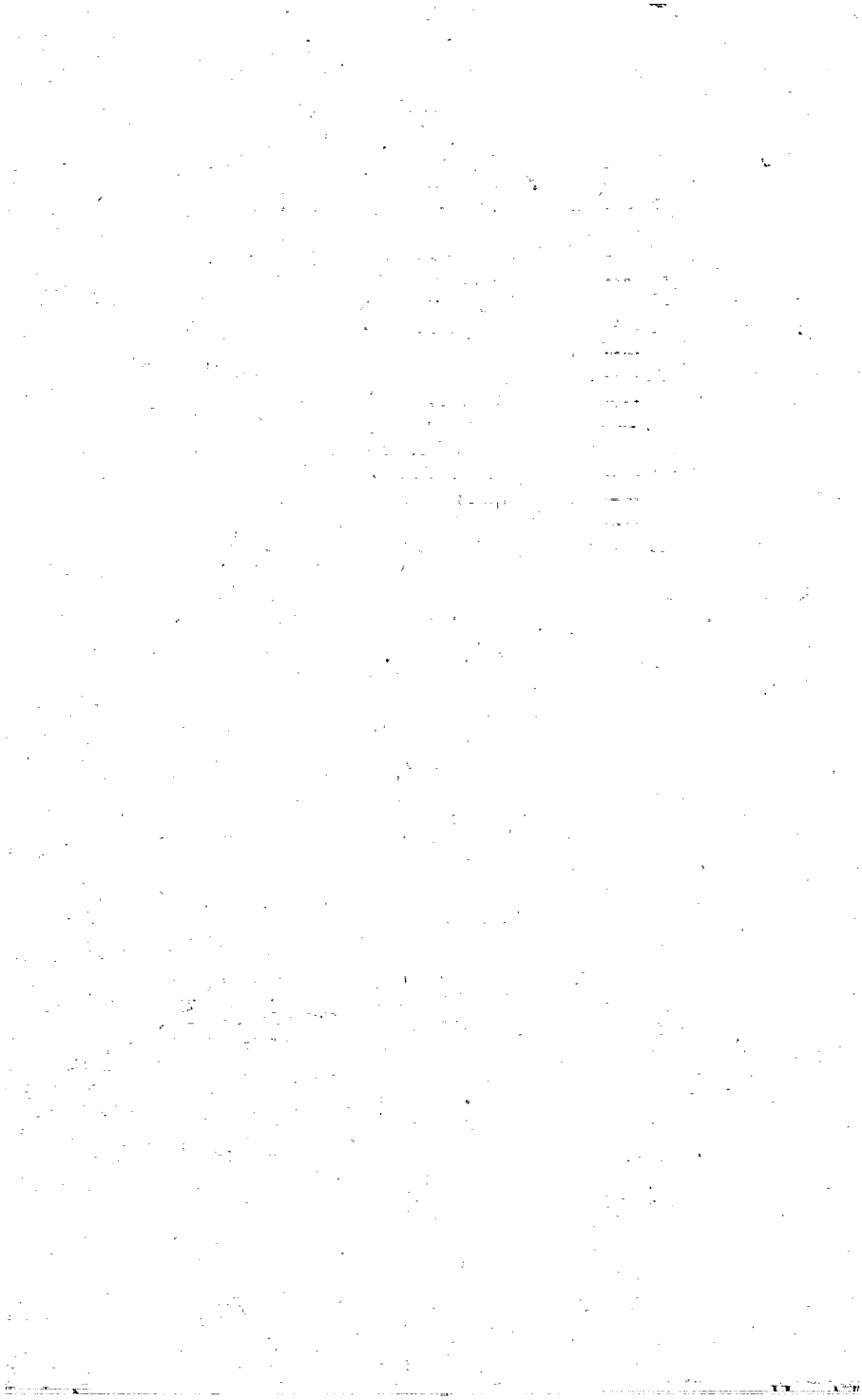
TABLE DES MATIÈRES

DU DIXIÈME VOLUME.

SUITE DE LA HUITIÈME SECTION.

Des substances animales.

Fin de la table des matières du dixième et dernier volume.



ERRATA.

Page 12, ligne 9. et après, *lisez* d'après.
50 —— 15. précédente, *lisez* prudente.
56 —— 16. l'acide du camphre, *lisez* l'huile du camphre.
58 —— 27. grands, *lisez* grenus.
63 —— 13. la masse, *lisez* la masse chymeuse.
73 —— 14. rapport, *lisez* ressort.
81 —— 22. troublée, *lisez* formée.
92 —— 17-18. entrerait, *lisez* entrevoit.
96 —— 22. au-dessus, *lisez* au-dessous.
Id. —— 27. fort, *lisez* sort.
98 —— 16. le besoin, *lisez* la boisson.
101. —— 7. philosophes, *lisez* physiologistes.
103 —— 17. de la sueur, *lisez* et de la sueur.
111 —— 3. l'urique, *lisez* l'urine.
155 —— 18. douze, *lisez* onze.
164 —— 29. nuisibles, *lisez* miscibles.
166 —— 28. l'usage, *lisez* l'âge.

TABLE

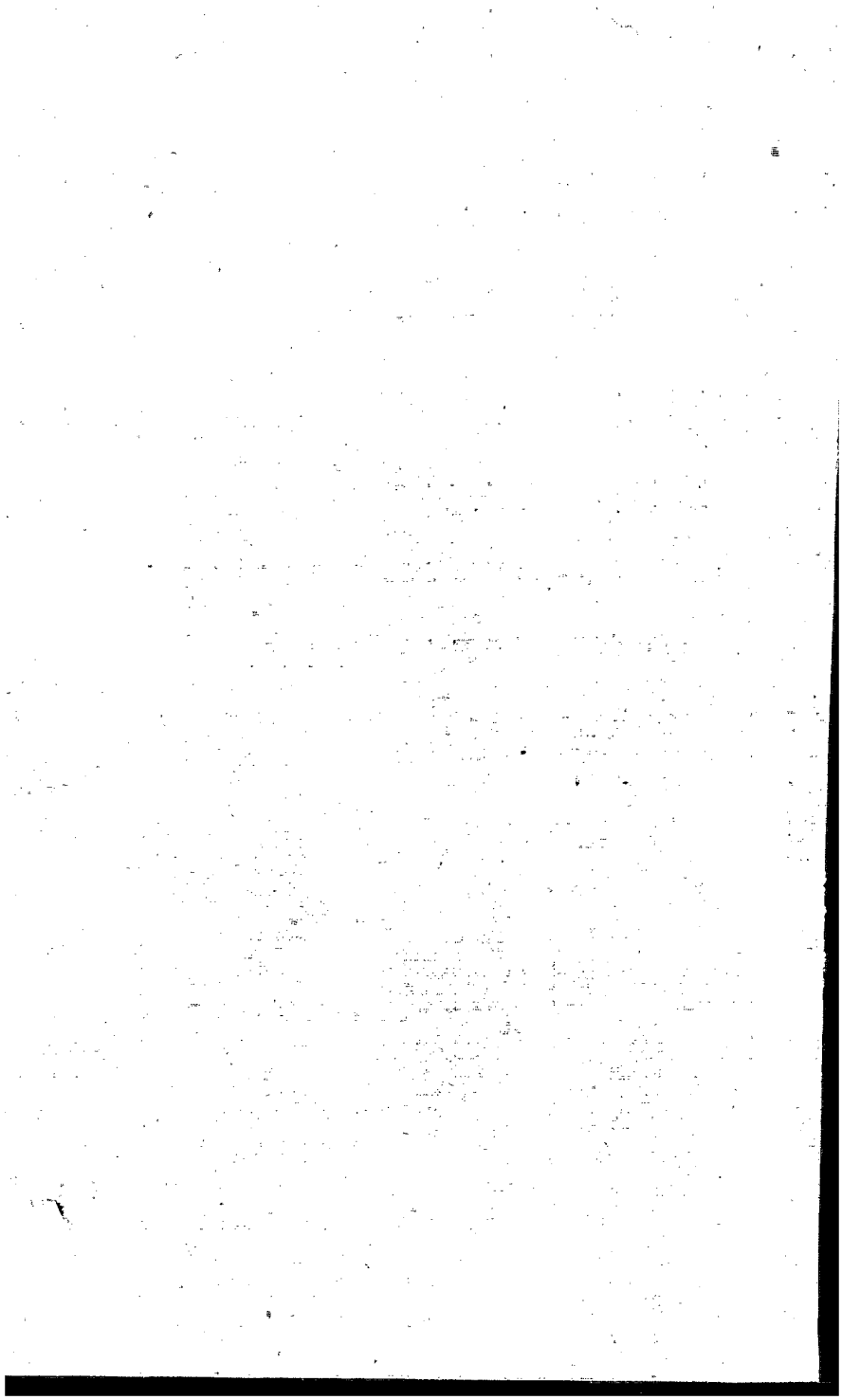
ALPHABÉTIQUE ET ANALYTIQUE

DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LES DIX TOMES

DU SYSTÈME

DES CONNAISSANCES CHIMIQUES.



TABLE

ALPHABÉTIQUE ET ANALYTIQUE

DES MATIÈRES

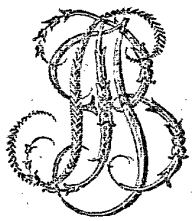
CONTENUES DANS LES DIX TOMES

DU SYSTÈME

DES CONNAISSANCES CHIMIQUES,

RÉDIGÉE PAR Mme. DUPIERY,

ET REVUE PAR LE Cen. FOURCROY.



PARIS,

BAUDOUIN, Imprimeur de l'Institut national, rue de Grenelle-Saint-Germain, nº. 1131.

PLUVIOSE AN X.

Nota. Les chiffres romains désignent le tome, et les chiffres arabes les pages; lorsqu'il n'y a que ces derniers, ils se rapportent toujours au volume précédemment indiqué.

TABLE
DES MATIÈRES
DU SYSTÈME
DES
CONNAISSANCES CHIMIQUES.

B

C

D

E

F

I

J

K

L

M

N

O

Q

R

S

U

V

W

Y

Z

TABLE DES AUTEURS

CITÉS DANS CET OUVRAGE.

A

B

C

D

E

F

G

H

I

J

K

L

M

N

O

P

Q

R

S.

T

U

V

W

SUPPLÉMENT A L'ERRATA

DES CINQ DERNIERS VOLUMES.

VOLUME VI.

Pag. 405, lig. 4; et pag. 409, lig. 32, *Chabaneau*, lisez, *Chabanon*.

VOLUME VII.

Page 84, lignes 2 et 3, ôtez *premier*.
64 —— 12, ôtez *et*.
102 —— 6, *l'hidro-sulfure*, lisez *hidro-sulfure*.
103 —— 33, *saturé*, lisez, *saturée*.
126 —— 7, *huile végétale*, lisez, *huile volatile*.
144 —— 16, *ce qui*, lisez, *ce que*.
147 —— 22, *parsa*, lisez, *par la*.
148 —— 32, *je me propose*, lisez, *je me proposais*.
170 —— 33, *sur les*, lisez, *sur ces*.
219 —— 14, *de ce métal*, lisez, *de fer*.
242 —— 12, *Bernard*, lisez, *Berniard*.
283 —— 10, *qui l'enflamme*, lisez, *qui la brûle*.
352 —— 3, *les*, lisez, *ces*.

VOLUME VIII.

24 —— 11, *le*, lisez, *la*.
25 —— 27, *sang de dragon*, lisez, *sang-dragon*.
47 —— 8, *des acides*, ajoutez, *végétaux*.
56 —— 20, *qu'elles l'enlèvent*, lisez, *qu'elles les enlèvent*.
63 —— 18, *Carthane*, lisez, *Carthame*.
65 —— 12, *sang de dragon*, lisez, *sang-dragon*.
80 —— 10, *Vogler*, lisez, *Wogler*.
89 —— 2, *combiné*, lisez, *combinée*.
150 —— 16, *le*, lisez, *ce*.
162 —— 24, ôtez *et*.
171 —— 17, *toujours peu*, lisez, *un peu*.
190 —— 21, *une partie*, lisez, *à une partie*.
209 —— 3, *l'acide nitrique*, lisez, *l'acide acétique*.
210 —— 22, *que de soude*, lisez, *que d'oxigène*.
215 —— 1, *ces oxides et ces sels*, lisez, *les oxides et les sels*.
240 —— 22, *il n'est plus*, lisez, *il n'est pas plus*.
265, est numérotée 165, lisez, 265.
268 —— 7, *exclue*, lisez, *exclut*.
273 —— 8, ôtez *un*.
274 —— 34, *élémens constituant*, lisez, *élémens constituans*.
295 —— 1, *feuille*, lisez, *fécule*.
308 —— 16 et 17, *ne s'opère que dans le vide*, lisez, *ne s'opère pas dans le vide*.
323 —— 33, *les maladies*, lisez, *ces maladies*.

VOLUME IX.

24 —— 5, *de bourgeons*, lisez, *des bourgeons*.
24 —— 26, *de l'engendrer*, lisez, *d'engendrer*.
52 —— 24, *les incinérer*, lisez, *l'incinérer*.
100 —— 32, *en se servant*, ôtez *se*.
118 —— 34, *de la sinovie*, lisez, *et la sinovie*.
142 —— 9, *écrée*, lisez, *aérée*.
143 —— 1, n°. 18, lisez, n°. 21.
143 —— 7 et 8, *remarquer cet effet*, lisez, *remarquer que cet effet*.

Page 155, lignes 30, *prussite*, lisez, *prussiate.*
169 —— 9, *lympathique*, lisez, *lymphatique.*
180 —— 12 et 13, *entre ce corps et l'eau comme l'acide*, lisez, *entre ce corps, l'eau et l'acide.*
197 —— 17, ôtez *en* 1668.
203 —— 13, *peut-être est-ce*, ajoutez *ce.*
204 —— 34, *qu'ils*, lisez, *qu'elles.*
230 —— 19, *ces dix tissus*, lisez, *ces six tissus.*
230 —— 22, *assez semblables, assez rapprochés*, lisez, *trop semblables, trop rapprochés.*
259 —— 8, *dans le tissu*, lisez, *dans ce tissu.*
308 —— 11, *supérieure*, lisez, *supérieur.*
308 —— 22, *qu'elle avait*, lisez, *qu'elles avaient.*
Après la page 320, il se trouve une faute de pagination qui l'avance de 44 pages ; mais elle se continue jusqu'à la fin du volume.
367 —— 19, *de ce mucilage*, lisez, *d'un mucilage.*
411 —— 31, *uni aux trois*, ôtez *trois.*
416 —— 31, *forte*, lisez, *sorte.*

VOLUME X.

47 —— 22 et 23, *que des problèmes*, lisez, *que de problèmes.*
48 —— 27, *mêlée*, lisez, *mêlé.*
54 —— 25, *Halès*, lisez, *Hales.*
87 —— 31, *diminuant*, lisez, *diminuent.*
102 —— 23, *carcatéristique*, lisez, *caractéristique.*
103 —— 9, *putrifiée*, lisez, *putréfiée.*
118 —— 22, *le phosphore d'ammoniaque*, lisez, *le phosphate d'ammoniaque.*
126 —— 12, *nuisible*, lisez, *miscible.*
138 —— 24, *ainsi décomposé*, lisez, *composé.*
142 —— 29, *y est plus libre*, lisez, *n'y est plus libre.*
232 —— 14, *sur sa nature*, lisez, *sur leur nature.*
261 —— 32, *aux calcus*, lisez, *aux calculs.*
311 —— 10, *zooanate*, lisez, *zoonate.*
320 —— 4, *connexe*, lisez, *convexe.*
329 —— 8, *et elle contient*, lisez, *et elle en contient.*
322 —— 8, *elle coagule*, lisez, *elle altère.*
353 —— 1, *avec ces bases*, lisez, *avec les bases.*
369 —— 9, *ces liquides*, lisez, *les liquides.*
376 —— 12, 13 et 14, *il acquérait et perdait son hidrogène carboné, etc.* lisez, *il acquérait la propriété d'absorber plus facilement la matière de la chaleur, et perdait son hidrogène carboné.*
380 —— 34, *par le mécanisme*, lisez, *par ce mécanisme.*
388 —— 20, *que l'air froid*, lisez, *que l'air chaud.*
404 —— 24, lisez la première phrase du n°. 5 de cette manière.
5. Si, par une cause quelconque, le trop plein de phosphate calcaire ne s'évacue point dans la proportion convenable par son couloir naturel, ce corps se dispose, etc.
413 —— 11, *mais il est permis*, lisez, *mais est-il permis.*